

取扱注意

環境省請負事業

平成 18 年度 知床世界自然遺産地域
生態系モニタリング調査業務報告書

平成 19 (2007) 年 3 月

財団法人 知床財団

目 次

| | |
|---|-----|
| はじめに | 1 |
| 知床半島周辺海域におけるクロロフィル a 濃度分布の季節変動 | 3 |
| 水中ロボットカメラ (ROV) を用いた知床周辺海域における生物相調査 | 12 |
| 知床世界自然遺産地域内におけるサケ属魚類の河川遡上動態と陸域生態系への物質輸送に関する研究 | 24 |
| I. 知床半島ルシャ川におけるカラフトマス <i>Oncorhynchus gorbuscha</i> の遡上動態に関する生態学的研究 | 24 |
| II. 知床半島における遡河性回遊魚の河畔林生態系への影響 | 45 |
| 知床沿岸における浅海域の生物相調査 | 65 |
| I. 魚類相 | 65 |
| II. 無脊椎動物相 | 78 |
| III. 海藻相 | 90 |
| 知床岬地区および幌別・岩尾別地区におけるシカによる樹皮剥ぎ履歴に関する 2006 年度調査 —幌別・岩尾別地区における小中径木の補足調査— | 96 |
| 知床半島の海岸部における高茎草本群落と風衝地群落の現状に関する調査 | 105 |
| 2006 年度知床半島シレットコスミレ個体群の遺伝構造調査 | 120 |
| 遠音別岳のシレットコスミレおよび周辺山城の稀少植物 | 128 |
| 知床の植物相 | 135 |
| I. 北大総合博物館所蔵知床半島産植物標本データベース (合弁花類) | 135 |
| II. 羅臼湖周辺の植物相調査 | 168 |
| 平成 18 年度 知床世界自然遺産生態系調査報告会 | 207 |
| 長期モニタリング項目の検討 | 232 |

はじめに

財団法人 知床財団
理事長 森 信也

知床半島およびその周辺海域（距岸 3 km）は、北半球で最も低緯度に位置する季節流氷域であること、海洋生態系と陸上生態系の相互関係の顕著な見本であること、および世界的に希少な鳥類を始めとした多くの動植物の生息にとって重要な自然を有する地域であることから、2005 年 7 月に世界自然遺産地域に登録された。本地域は、世界の自然遺産として、特異な生態系と生物多様性が恒久的に保全されなければならない。知床世界自然遺産地域では、科学委員会が設置され、その中にはエゾシカ、海域および河川工作物に関するワーキンググループも設置されており、科学的データに基づく生態系の保護管理と持続的な資源利用の両立に向けた助言が行われている。

知床は、長年にわたって様々な生物に関する調査研究が盛んに実施されてきたが、本地域を適切に保護管理するための資料としての蓄積は必ずしも十分とは言えないのが現状である。特に海洋環境や海洋生物に関する資料は乏しい。本地域の適切な保護管理策を構築するためには、まず知床の生態系がどのような生物種によって構成されているのか、各生物が生態系内においてどのように機能しており、その機能にどのような特徴があるのかを基礎的調査によって十分に把握しなければならない。加えて、本地域を取り巻く物理的環境および生態系の構成要素をモニタリングすることによって生態系内における変化を早期に察知し、その要因を特定して対応する必要がある。

本業務では、知床世界自然遺産地域科学委員会、および各ワーキンググループにおける議論で重要と判断された項目について調査を実施した。調査は、海洋環境学、海洋動植物形態分類学、河川生態学、植物生態分類学、および集団遺伝学など高度な専門知識を有する学識経験者と連携・協力して行った。当財団は、全体の調査の統括・調整役を担うとともに、現地調査に参画した。また、調査地の事前確認、日程調整、調査機材の準備、移動手手段の確保、ヒグマ出没の危険性が高い地域における試料収集が必要な調査へのヒグマ対策の専門スタッフ同行などの現地調査補佐業務を担った。

また、2007 年 3 月 4 日に環境省が主催となり、多分野の研究者による知床生態系の総合的分析と情報の共有化、及び継続的な研究者ネットワーク作りを目的に「知床生態系モニタリング調査報告会」が開催された。本報告会の企画・準備・運営についても当財団が担った。

本報告書は各調査事業の結果、及び調査報告会の実施結果概要を取りまとめたものである。

なお、本業務は環境省一括計上調査「海域と陸域の一体的な保全に資する統合的管理手法に関する研究」の一環として行われたものである。

知床半島周辺海域におけるクロロフィル a 濃度分布の季節変動

平譚 享・齊藤誠一

北海道大学大学院水産科学研究院

1. 調査目的

本調査では、知床を中心として、根室海峡からオホーツク海、そして太平洋の一部にいたる海域における、水温、クロロフィル a 濃度、流水を衛星リモートセンシングにより、その季節変動など時系列に海洋環境および基礎生産の動態を把握することを調査目的としている。

2. 資料と解析方法

Aqua 衛星 MODIS センサーにより観測された空間解像度 1 km の衛星データを用いた。解析期間は、2006 年 1 月より 2007 年 1 月までの 13 ヶ月である。日単位の衛星データから 8 日間単位の衛星データを作成した。項目は、海面水温とクロロフィル a 濃度である。

衛星データ検証のための現場観測は、北海道大学水産学部附属練習船うしお丸を用いて、2006 年 6 月 28 日～7 月 7 日に実施した。観測項目は、光学観測、水温、塩分、クロロフィル a、栄養塩濃度などである。

8 日間単位の海面水温画像およびクロロフィル a 濃度画像を用いて、宗谷暖流の分布などの海洋環境の空間分布の特徴を解析した。さらに、知床半島の北側および南側の沿岸域に注目して、海面温度、クロロフィル a 濃度の季節変動を解析した。

3. 結果と考察

3. 1 植物プランクトン濃度の季節変動

13 ヶ月間の衛星データからクロロフィル a 濃度および海面水温を取り出した。知床半島北側と半島南側のラインを図 1 に示し、それぞれのイソプレットを図 2 および図 3 に示した。図 2 より知床半島北側で 6 月上旬に春季の植物プランクトンの大増殖（以下、ブルーム）が、図 3 より半島南側で 8 月上旬に夏季ブルームが起こっていることが明らかになった。秋のブルームが起こる時期は半島の北側、南側共に 10 月上旬～中旬であった(図 2,3)。秋のブルームは、北側のほうが南側より大きいことがわかる(図 2,3)。ただし、半島南側では 2006 年は 3 月中旬に海水融解が起こり、この時期に大きな塩分成層（塩分濃度の違いにより表層と下層の層状構造となる）によるブルームが起こっていた(図 4)。

3. 2 植物プランクトン濃度の季節変動要因

半島北側と半島南側を代表する点をそれぞれ 1 点とり(図 5)、クロロフィル a 濃度と海面水温の時系列をとった(図 6)。海面水温が約 10°C まで上昇すると北側で春季ブルームが、南側

では夏季のブルームが起こる(図 6)。これは、光条件にあまり差がないと考えると、成層化のタイミングの違い、植物プランクトンの生理活性との関連が示唆される。夏に 20℃まで上昇した海面水温が約 10℃まで低下すると秋のブルームが起こる(図 6)。このことは、夏にできた成層が壊されて下層からの栄養塩の供給によるブルームと考えられる。

2006年6月28日～7月7日に実施した半島北側および半島南側の水温断面図を図7、8に示す。同時期でも海面水温は北側で10℃以上をこえてクロロフィルa濃度の季節変動は宗谷暖流が大きく影響していることが示唆された。一方、半島南側では宗谷暖流の影響は小さく水温も8℃以下であり、300mより下層には中冷水が存在している。

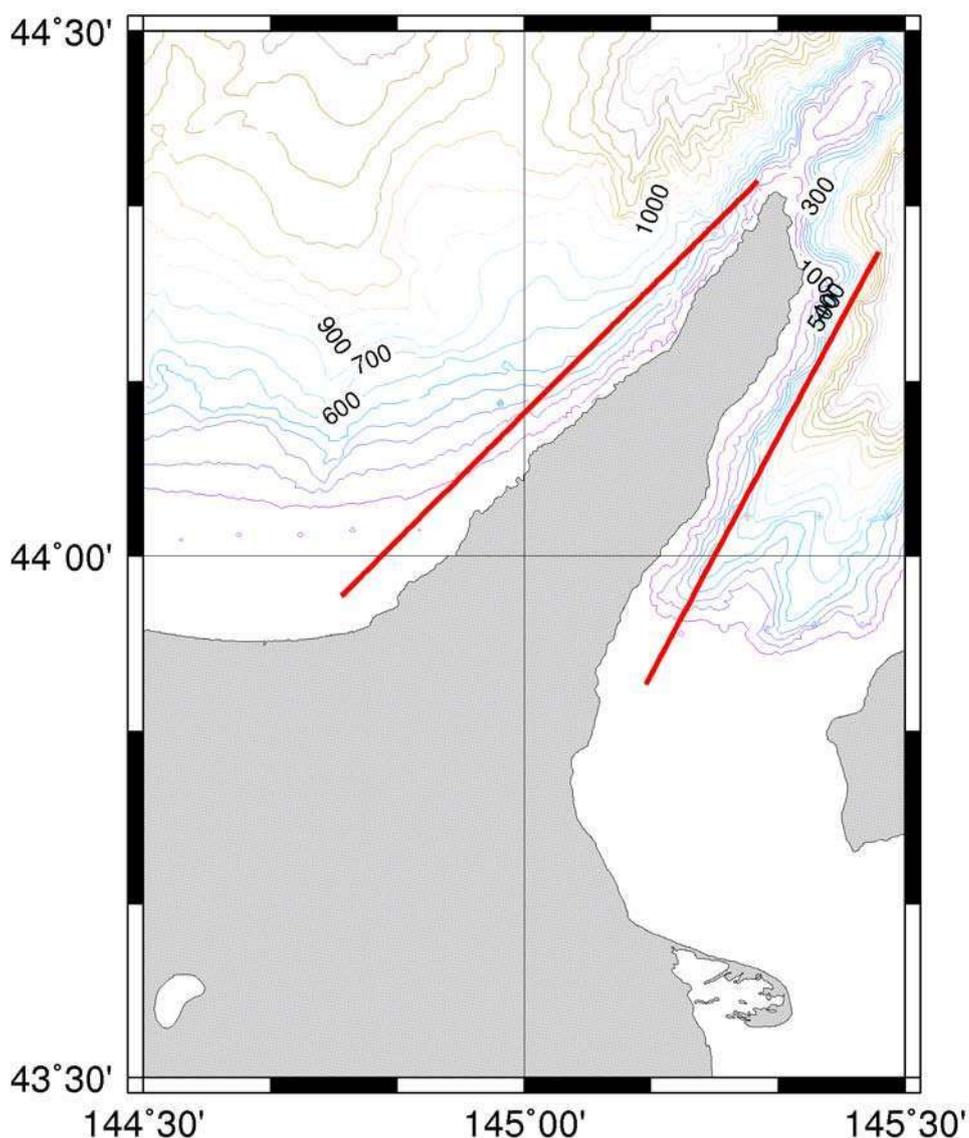


図1 衛星データからクロロフィルa濃度、海面水温をサンプリングした北側および南側のライン

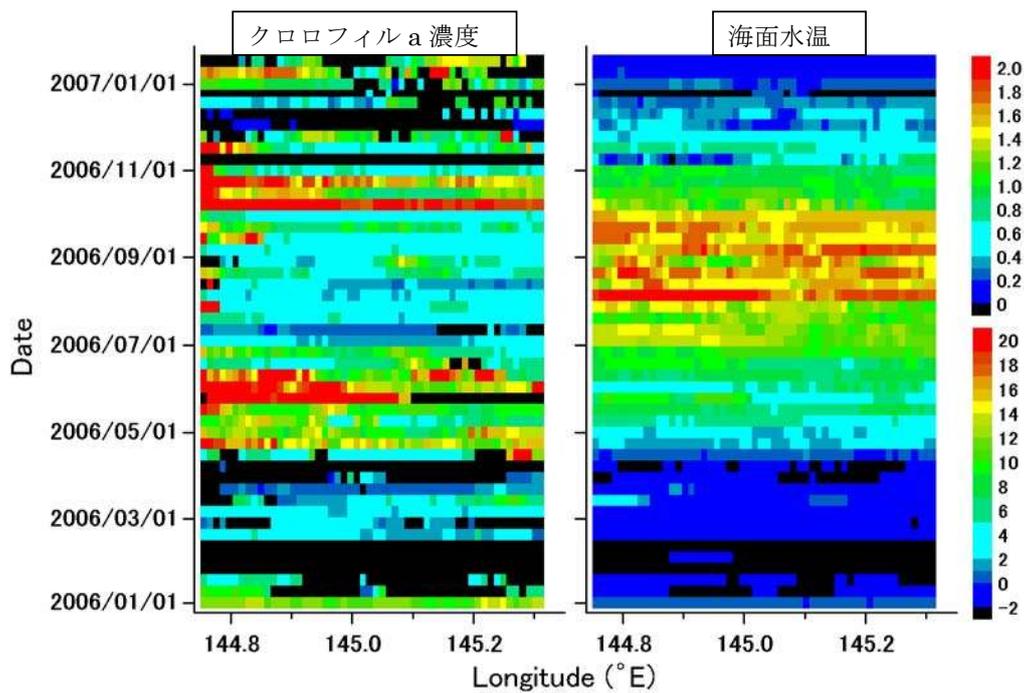


図2 知床半島北側のクロロフィル a 濃度および海面水温のイソプレット
(縦軸は日付、横軸は図1 に示したラインの経度)

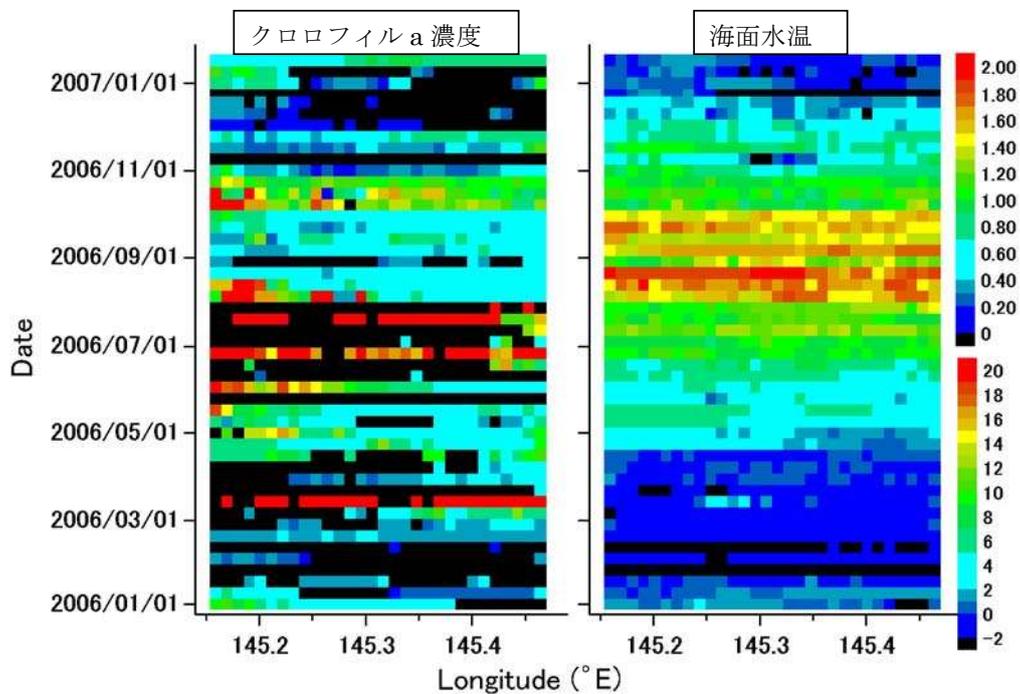


図3 知床半島南側のクロロフィル a 濃度および海面水温のイソプレット
(縦軸は日付、横軸は図1 に示したラインの経度)

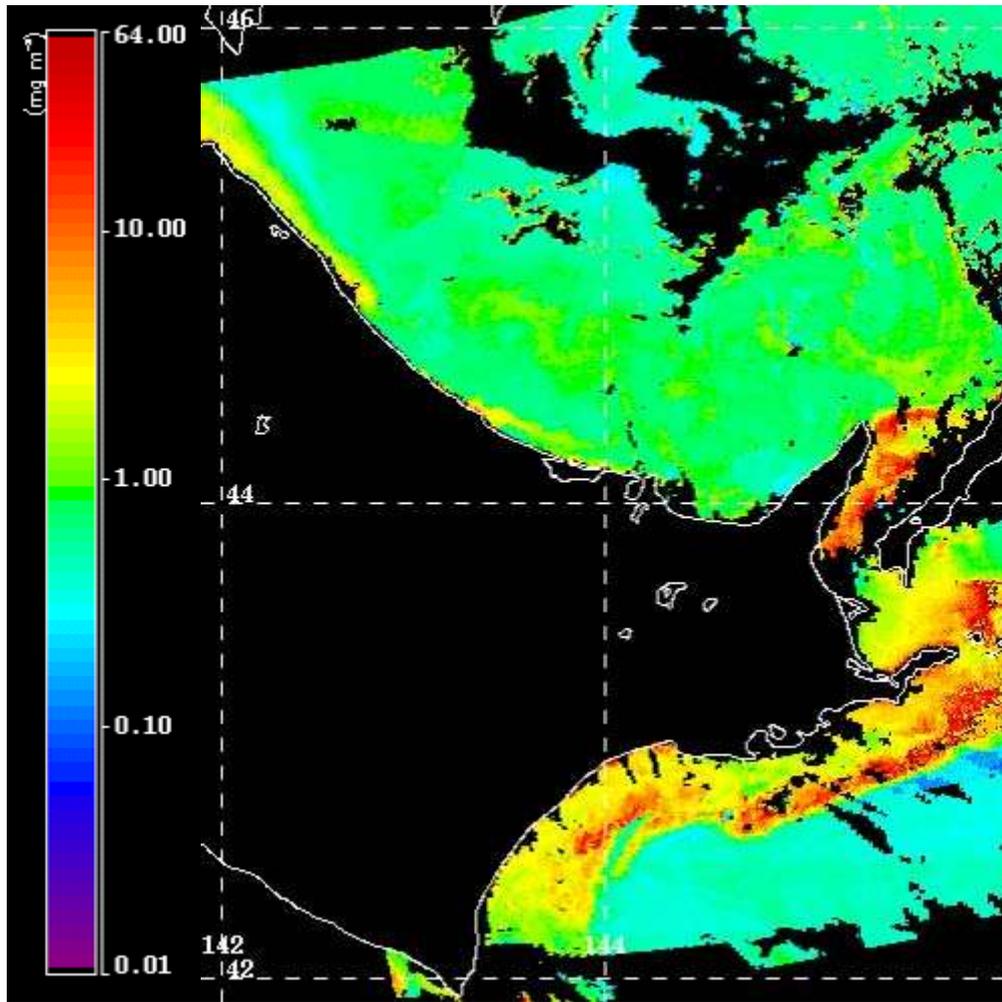


図4 平均値クロロフィルa濃度画像(2006年3月14日-21日)
 知床半島南側に高濃度のクロロフィルaが観測される。
 海氷融解による塩分成層に起因するブルームと考えられる。

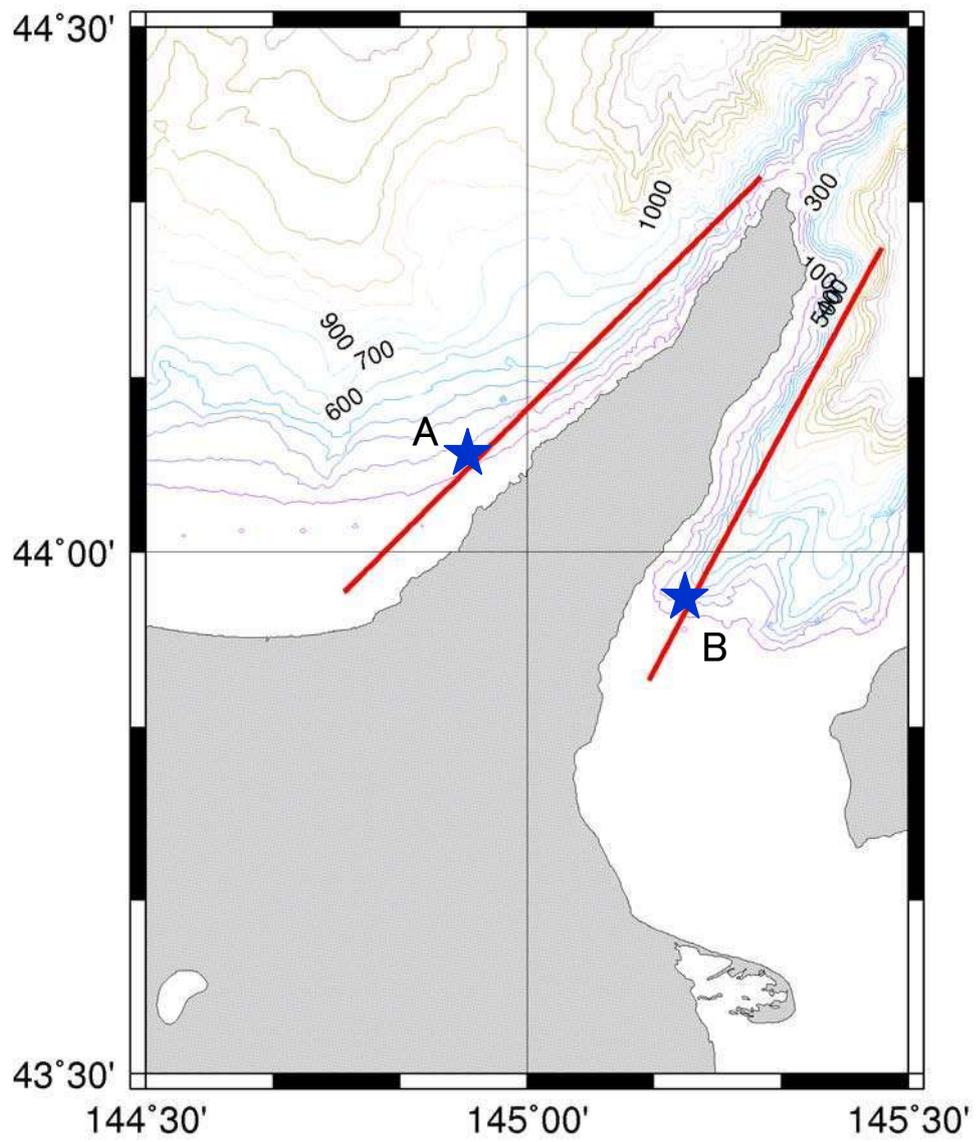


図5 時系列データ収集点（北側 A 点および南側 B 点）

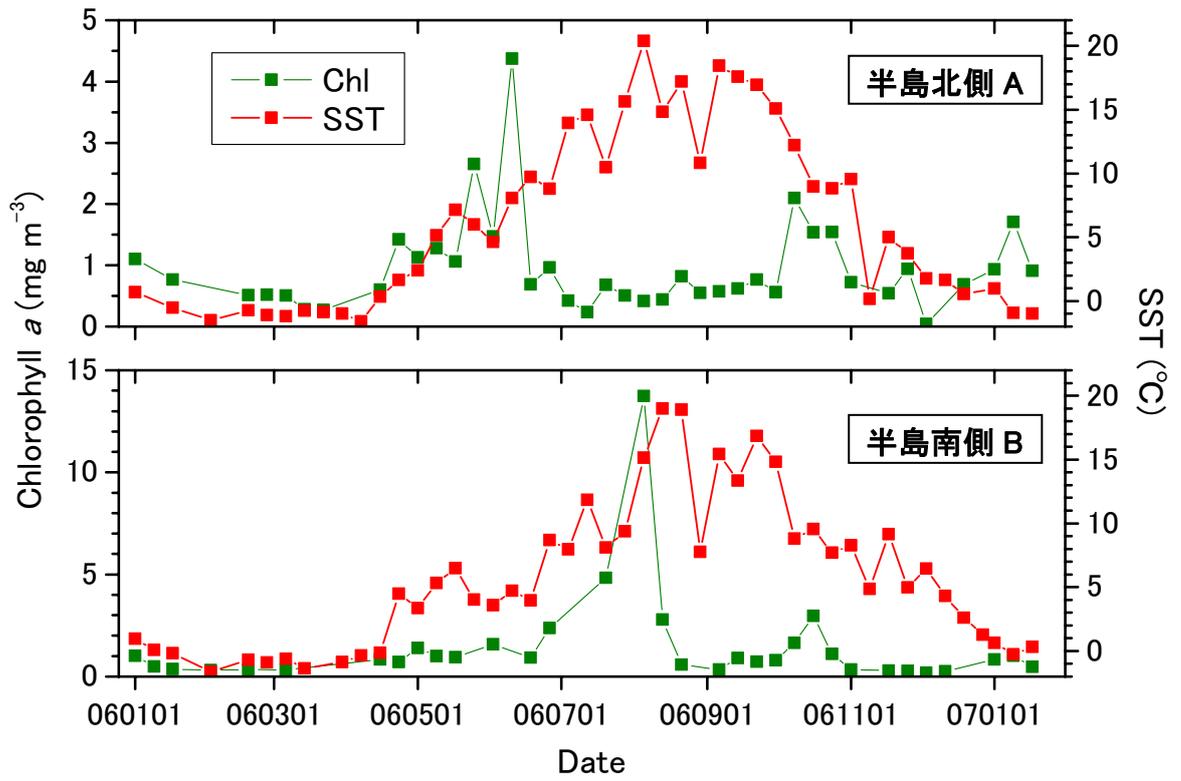


図6 A点およびB点(図5)における海面水温(赤)とクロロフィルa濃度(緑)の時系列変化(SSTは、海表面水温)

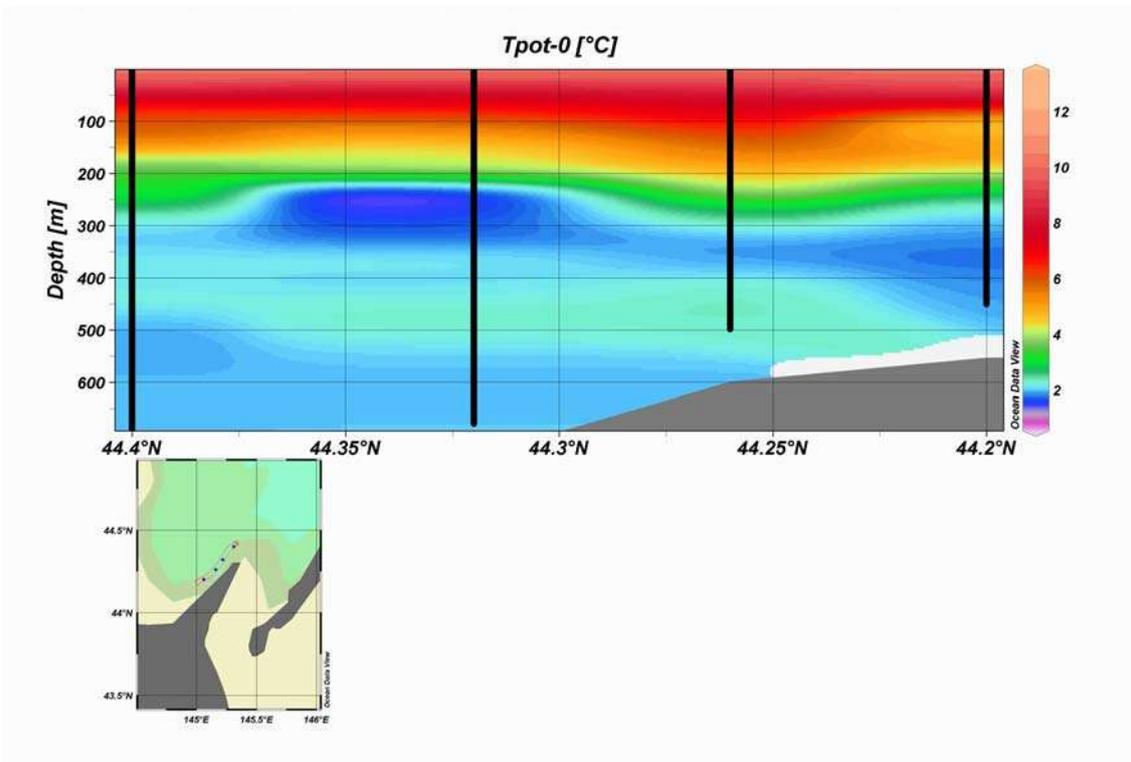


図7 半島に沿った観測ラインにおける水温断面図（北側）

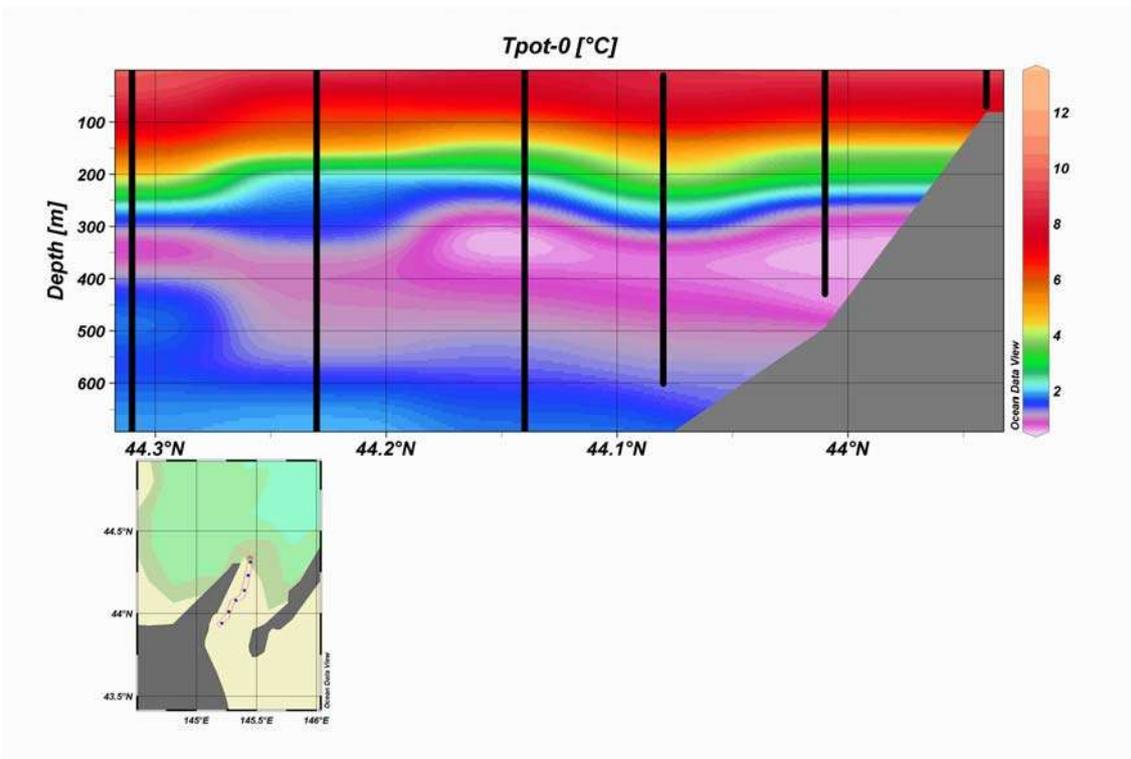


図8 半島に沿った観測ラインにおける水温断面図（南側）

4. 今後の課題

知床半島周辺海域における海洋環境の特徴を明らかにするためには、今後の課題として少なくとも以下の3点が挙げられる。

- 1) 宗谷暖流と基礎生産との関係
- 2) 半島南側の物理構造と基礎生産との関係
- 3) 海氷分布とクロロフィルa 濃度、基礎生産との関係

それには衛星リモートセンシングを利用した海表面水温分や海氷の分布、クロロフィルa 濃度分布の把握と平行して、知床半島沿岸域において鉛直的な現場調査や植物プランクトンの採取による実際の基礎生産量の把握が必要である。また、これらの調査の継続と過去にさかのぼったデータ解析による経年変動解析を行うことによって知床半島沿岸域の海洋環境の特徴が明らかになると考えられる。

水中ロボットカメラ（ROV）を用いた知床周辺海域における生物相調査

山本 潤¹・岩森利弘¹・野別貴博²・桜井泰憲³

1. 北海道大学北方生物圏フィールド科学センター、
2. 財団法人 知床財団、
3. 北海道大学大学院水産科学研究院

目的

知床半島およびその周辺海域（距岸 3km まで）は、2005 年 7 月に世界自然遺産地域に登録された。日本の世界自然遺産登録としては、白神山地、屋久島について 3 番目であるが、初めて海域を包含している。知床世界遺産地域内である距岸 3km までの海域には、一部に水深が 200m より深い漸深海域を含んでいる。水中は陸上と異なり、動物相や植物相を視覚的に観察することによる変化の把握が困難である。水中を観察する手法の 1 つであるスキューバ潜水においても、水深数十メートル付近までのごく浅い水深帯しか観察することは出来ない。また、大学や水産研究機関では、調査船による底引き網を用いた生物相や資源量調査などが実施されているが、当海域のような急峻な海底地形を有する場所では実施できない。そのため、当海域では刺し網、はえ縄、または定置網漁業による漁獲対象種の漁獲量の変化や混獲される魚類の収集による出現魚種の変化などで年・季節変化を推定せざるを得ない状況にある。海洋生態系はデトライタス（有機懸濁体）やプランクトンや大型魚類までの低次から高次にいたる様々な栄養段階の生物によって構成されているため、漁具によって採集される生物のみでは生態系の構造を評価することは出来ない。そのため、海底環境や生物群集の視覚的な観察や定量的評価および変化の把握が急務である。

そこで本調査では、水中ロボットカメラ（Remotely Operated Vehicle、以下 ROV、図 1）を用いて、海洋および海底環境と生物群集の映像を収集する。そして、各調査地点の海洋・海底環境の詳細および出現した生物群について記載することにより、世界遺産地域内海域における海中の変化を視覚的に捉えるためのモニタリング資料とする。最終的には、海洋・海底環境の保全と持続的漁業の共存を実現するための資料とすることを目的とする。

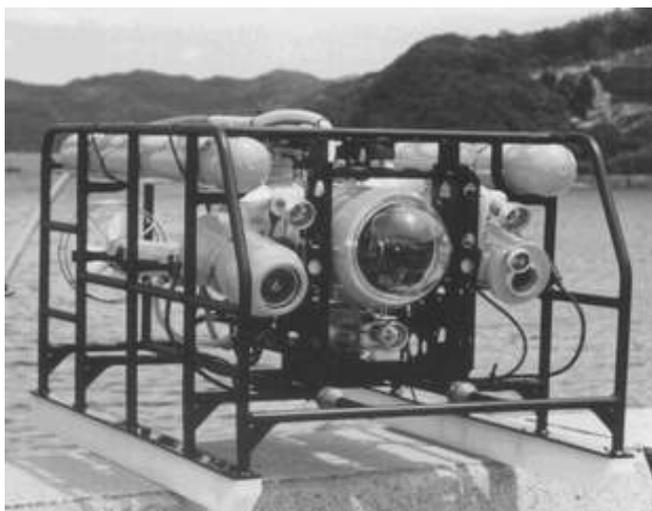


図 1 水中ロボットカメラ（Expert Nova System）の外観

方法

調査は、2006年11月20-21日の2日間に、羅臼港の南西沖約10kmの水深135-213mで2地点、半島先端に近いペキンノ鼻沖の水深45-115mで3点、計5地点で実施した(図2、表1)。また、調査には羅臼漁業協同組合所属指導船“らうす“(10トン)を用いた。

表1. 調査地点の概要

| 調査点 | 調査日 | 時間(開始) | 緯度(N) | 経度(E) | 水深(m) |
|-----|-------|--------|----------|-----------|--------|
| 1 | 11/20 | 12:50 | 43°58.0' | 145°17.4' | 135 |
| 2 | 11/20 | 14:17 | 43°59.6' | 145°19.6' | 213 |
| 3 | 11/21 | 20:20 | 44°15.3' | 145°22.5' | 60 |
| 4 | 11/21 | 11:15 | 44°15.3' | 145°23.0' | 45-115 |
| 5 | 11/21 | 13:02 | 44°16.2' | 145°23.7' | 106 |

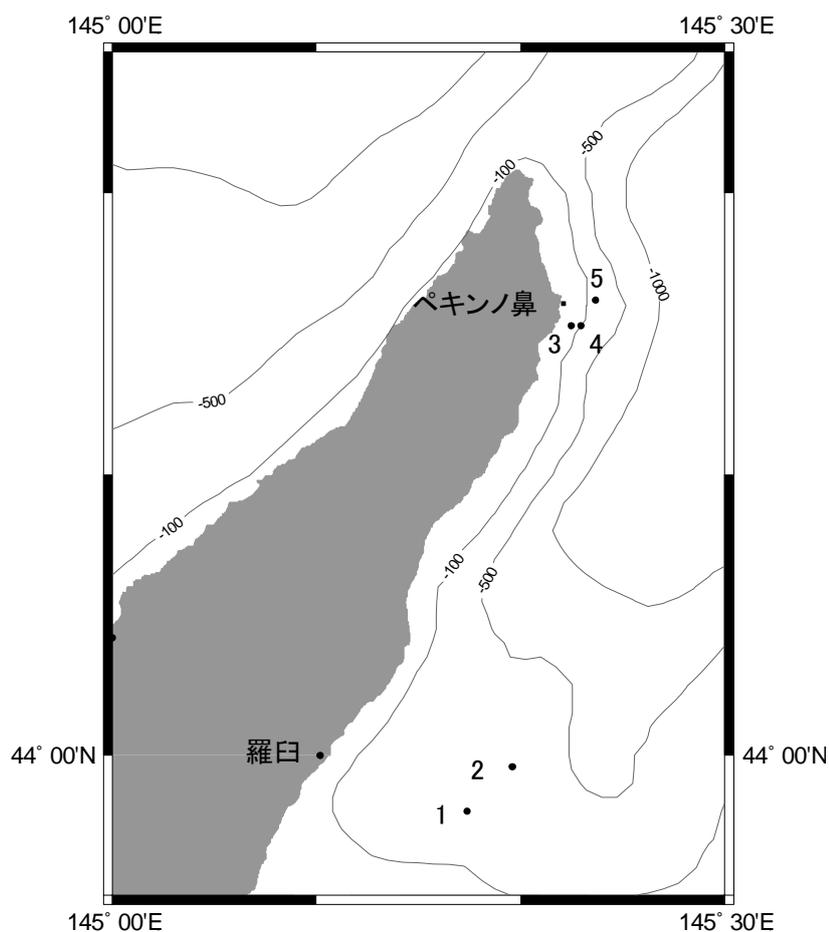


図2. 調査地点

本調査で使用した ROV は、北海道大学大学院水産科学研究院が所有する Expert Nova System・広和株式会社製である（図 1）。本 ROV は、耐圧 400m であり、水深、水温、水中姿勢の各計測のセンサーとビデオカメラ、デジタル・スチルカメラ、3CCD デジタルカメラを装備している。また、ROV 前部のカメラ下部には、生物吸引器が装備されており、プランクトンなどの小型生物の採集が可能となっている。さらに、前部には 1 対のレーザーセンサーが装備されており、撮影した被写体の大きさを計ることができる。本 ROV の浮力は、水中において中性となっている。そのため、ケーブルに約 70kg のオモリを取り付けて海底まで沈め、そこから自由に移動が可能なケーブルを約 20m 設けている。すなわち、オモリを沈めた地点の半径 20m が ROV の観察可能範囲である。船上のモニターで映像を確認しながら ROV を操作して映像の撮影を行った。撮影した動画は、静止画として処理をした。静止画の左上のアルファベットは、D は水深、T は水温であり、右上の C は ROV の向き、左下は日付、右下は撮影時刻である。

結果と考察

調査点 1（図 3-1~5）

水深は約 140m であり、底質は砂泥で平坦であった。懸濁物質が堆積しており、沈降過程にある懸濁物質を確認することができた。この調査地点付近では、刺胞動物のウミエラ類や棘皮動物のクモヒトデ類が多数認められ、その他に棘皮動物のヒトデ類や甲殻類のヤドカリ類や魚類も確認したが少なかった。これらのことから、本調査点の流れは弱く、プランクトンや堆積する懸濁物質を餌とする生物が主に棲息していると推察された。



図 3-1 ウミエラ類



図 3-2 クモヒトデ類



図3-3 クモヒトデ類 (矢印)
サイズは12-13cm。



図3-4 ヒトデ類
ヒトデ (*Asterias amurensis*) と思われる。



図3-5 ヤドカリ類 殻長は約6cm。

調査点 2 (図 4-1~5)

水深は、約 220m であり、底質は砂泥で懸濁物質が堆積していた。海底付近では、沈降過程にある懸濁物が多く観察された。また、海底には多数の突起が認められ、その頂点付近には巣穴と思われる窪みが認められたが、その中に生物の姿を確認することはできなかった。クモヒトデ類は観測点 1 よりも多数分布するが、ウミエラ類の分布は観測点 1 よりも少なかった。マダラ、ホッケの幼魚などの魚類も確認したが、その数は少なかった。



図 4-1 クモヒトデ類
近底層に写っている白点は沈降途中の懸濁物質。



図 4-2 クモヒトデ類
高密度に分布していることがわかる。



図 4-3 クモヒトデ類
海底に多数認められた突起。生物の巣と考えられるが確認できなかった。



図 4-4 ウミエラ類
海底にはウミエラとともにクモヒトデ類と生物の巣と考えられる突起が認められた。



図4-5 マダラ (*Gadus macrocephalus*)
 近底層をゆっくりと遊泳していた。全
 長は40-50cmであった。

調査点3 (図5-1~6)

水深は約 60-65m、海底の底質は細砂であった。地形は、平坦であるが局所的に岩場となっていた。海底には懸濁物質がほとんど堆積していなかったことから、海底付近の流れが速いことを示唆している。低密度で大型のヒトデ類が分布していたが、調査点1および2のようにクモヒトデ類およびウミエラ類は確認できなかった。この生息種の違いは、調査点1および2よりも水深が約 70~150m 浅いため、生息水深帯の違いを反映した結果である可能性もあるが、海底付近の流速がより速いことや、それに係わる底質の違いに関連しているのではないかと考えられた。砂地の海底には、カレイ科魚類が認められ、局所的に存在する岩場には、イソギンチャク類、カイメン類が密生し、その周辺にはメバル属魚類が分布していた。



図5-1 ヒトデ類 (矢印)
 ニッポンヒトデ (*Distolasterias nippon*)
 とされる



図5-2 ヒトデ類 (矢印)
 イトマキヒトデ (*Asterina pectinifera*) と
 される



図 5-3 カレイ科魚類 (矢印)
(*Pleuronectes* sp.)



図 5-4 カレイ科魚類 (矢印)
(*Pleuronectes* sp.)



図 5-5 メバル属魚類 (矢印)
(*Sebastes* sp.)



図 5-6 メバル属魚類 (矢印)
(*Sebastes* sp.)

調査点 4 (図 6-1~5)

海底は急峻な岩場となっており 100m 付近から 50m 付近まで急激に水深は変化していたため、調査水深は 50-115m と広範囲に及んだ。平坦な海底はほとんどなく、流れは ROV 操縦が困難なほど速かった。岩場には、カイメン類およびイソギンチャク類が多数付着しており、触手を伸縮させてプランクトンを捕食していると考えられた。また、岩場にはメバル属魚類が多く分布していたが、漂流物が岩場に掛かっているのも確認した。



図 6-1 メバル属魚類 (*Sebastes* sp.) の群れ (白い点は全てメバル属魚類)



図 6-2 メバル属魚類 (*Sebastes* sp.)



図 6-3 イソギンチャク類
海底の岩場にはイソギンチャク類が触手を伸ばして索餌していた。



図 6-4 カイメン類とイソギンチャク類
局所的に高密度で分布していた。



図 6-5 漂流物 (矢印)
時折、人工物も海底に観察された。

調査点 5 (図 7-1~5)

水深は約 110m で海底は比較的平坦、底質は砂礫であり、局所的に岩場となっている。礫もしくは砂の海底には、ウミエラ類が多く認められた。岩場には、イソギンチャク類およびカイメン類が付着しており、海底に近い岩場では巻貝類も確認された。岩場には、他の海域と同様にメバル属魚類が多く分布していた。本調査地点では、ウミエラ類の生息域にもメバル属魚類が多く分布していた。



図 7-1 砂礫底の礫上に生息しているカイメン類およびイソギンチャク類



図 7-2 砂礫底の砂上に生息しているウミエラ類



図 7-3 巻貝類
カイメン類の隙間に観察された。



図 7-4 メバル属魚類 (*Sebastes* spp)
接近すると ROV の光に反応して瞬時に逃げる。



図 7-5 メバル属魚類 (*Sebastes* spp) の群れ
船上の魚群探知機に強い反応が出るほどの
大きな群れであった。

各調査点の底質、海底地形および観察された主な生物についてまとめると以下のとおりである。

| 観測点 | 底質 | 地形 | おもに観察された生物 |
|-----|-----|-------|----------------------------|
| 1 | 砂泥 | 平坦 | ウミエラ類、クモヒトデ類 |
| 2 | 砂泥 | 平坦 | クモヒトデ類 |
| 3 | 砂・岩 | 平坦 | イソギンチャク類、カイメン類、メバル属・カレイ科魚類 |
| 4 | 岩 | 急峻 | イソギンチャク類、カイメン類、メバル属魚類 |
| 5 | 礫・岩 | 比較的平坦 | イソギンチャク類、カイメン類、メバル属魚類 |

調査を行った 11 月下旬は、ほぼ沿岸域一帯に漁具が設置されていたために、スケトウダラおよびホッケなどのキーストン種を中心とした生物群集の観察を行うことができなかった。しかしながら、今回の観察では、底生生物や付着性の生物の豊度（バイオマス）が高いことを明らかにすることができた。このことは、無機栄養塩類や海洋生態系における食物連鎖の底辺を支える動物プランクトンや懸濁物質が豊富であることを示唆している。2006 年 7 月に北海道大学が行った知床半島のオホーツク海側、根室海峡側で行った調査によると、根室海峡側は主に動物プランクトンを捕食するゼラチン質のプランクトン豊度がオホーツク海側に比べ高かった。さらに、知床半島の先端を境にして、根室海峡側の表層は低塩分の水塊に覆われ、半島の東西で異なる海洋構造を持ち、根室海峡側は、より生産力の高い海洋環境となっている可能性がある。今後、オホーツク海側においても調査を実施し、半島の両側を比較することで知床半島の周辺の生物相の多様性とその特徴がより明確になると考えられる。また本調査では、ペキンノ鼻近くの 3 点における海底地形は急峻かつ底質も変化に富み、平坦で砂泥の底質に懸濁物が堆積している羅臼沖の 2 点とは異なる生物相となっていた。これらのことは、海底地形の複

雑さや変化に富む底質が、本海域に生息する生物の多様性に関連する大きな環境要因の一つであると考えられる。

ROV による生物の採集は、プランクトンなどの小型生物に限られるため、大型の生物は実物を採集して種を特定することは極めて困難である。また、ビデオ撮影によって得られた動画を静止画にした場合、動画が有する情報を十分に伝えることは困難である。動画は、専門的な知識を持たない人々へもコメントを沿えるだけで視覚的に情報を伝えることが可能である。今後は、映像を公開することにより（NPO 法人 EnVision からの公開を予定）、一般の方へも知床の海洋生態系の豊かさを視覚的に伝えていくことが予定されている。

謝辞：調査にご協力をいただいた羅臼漁業協同組合、広和(株)マリンシステム部の皆様に感謝いたします。

知床世界自然遺産地域内におけるサケ属魚類の河川遡上動態と陸域生態系への物質輸送に関する研究

帰山雅秀¹・工藤秀明¹・宮本幸太¹・横山雄哉¹・熊谷恵美²・野別貴博²・南川雅男³

1. 北海道大学大学院水産科学研究院、2. 財団法人 知床財団、
3. 北海道大学北方生物圏フィールド科学センター

I. 知床半島ルシャ川におけるカラフトマス *Oncorhynchus gorbuscha* の遡上動態に関する生態学的研究

1. はじめに

サケ属魚類 *Oncorhynchus* spp. は、海洋から陸域へ物質を輸送する役割を果たすことにより陸域生態系へ影響を及ぼすことが知られている (e.g., Bilby *et al.* 1998; Wipfli *et al.* 1998; Hilderbrand *et al.* 1999; Murota 2003; 帰山 2005)。サケ属魚類が陸域生態系に及ぼす影響を定量的に評価するためには、その遡上生態を明らかにすることと、正確な遡上数を把握することが基本となる。サケ属魚類の河川遡上動態に関する研究はアメリカやカナダなどで数多く行われている。サケ属魚類の遡上動態に関する研究は、①アラスカ半島ケナイ川における音響装置デュアルビームソナーによるマスノスケ (*O. tshawytscha*) 産卵遡上個体数の推定例 (Eggers *et al.* 1995)、②河川を遡上するギンザケ (*O. kisutch*) またはマスノスケの個体数を周期的に直接カウントしてその結果から全遡上数を推定する研究例 (Irvine *et al.* 1992; English *et al.* 1992; Parken *et al.* 2003)、③カラフトマス (*O. gorbuscha*) 遡上個体数のカウント結果から最尤法を用いた遡上数評価モデル (Hilborn *et al.* 1999) など、数多く行われている。しかし、わが国では自然再生産するサケ属野生魚が少ないことから、その遡上動態に関する研究は皆無に等しく、わずかにシロザケ (*O. keta*) に関して真山・高橋 (1977) および真山 (1978) の報告があるのみであり、カラフトマスに関しては全く行われていない。

そこで、本研究は、知床半島ルシャ川に遡上するカラフトマスの遡上産卵生態を明らかにすることを最終的な目標とした上で、カラフトマスの遡上行動の解明と遡上数評価法の確立を目的とした。

2. 材料および方法

2006年8月24日～10月10日に北海道知床半島ルシャ川と岩尾別川においてカラフトマスの遡上動態に関する観測・調査を行った (図1)。

データロガーによるカラフトマスの遡上行動追跡

ルシャ川河口域 (St. 1) において、2006年8月29日に雄親魚3個体、9月16日に雄親魚3個体の計6個体のカラフトマスを電気ショックにより採捕し、それらの胃内に超音波発信機コード化ピンガー (Vemco 社製、V13 Acoustic Continuous Pinger, 36mm×13mmφ、写真1) を挿入し再放流した。再放流前に、カラフトマスはそれぞれ尾叉長、体重を計測し、個体識別のためにコードを記したディスクタグ (写真2) を装着した。個体識別番号は放流日から順に060829P-1、060829P-2、060829P-3、060916P-1、060916P-2 および060916P-3 とした。超音波発信機の受信器 VR2 (Vemco 社製) をルシャ川の河口域 (St. 1)、河口より上流 370m (St. 2) および上流 420m (St. 3) の治山堰堤直下の淵に設置した (図2)。受信器 VR2 に記録されたコード化ピンガーの情報からカラフトマスの河川移動行動を解析した。



写真1. 超音波発信器



写真2. 背鰭前部に装着したディスクタグ

遡上数カウント法

調査期間中 23 日間、8 時～16 時に 2 時間おきに 20 分間、ルシャ川河口より上流約 120m (図2) においてカラフトマス親魚の遡上数と降河数をカウントした。また、カラフトマス親魚の遡上行動の 24 時間観測を、岩尾別川さけます孵化場において 2006 年 8 月 24 日、9 月 13 日および 9 月 30 日の計 3 回行った。観測は、8 時～翌朝 6 時まで 2 時間おきに 20 分間、遡上あるいは降河するカラフトマス親魚を孵化場内の蓄養池入り口においてカウントする方法により行った。

産卵床カウント法

ルシャ川全体の産卵床数を推定するために、ルシャ川を 6 区間に区分した。ルシャ川には河口から約 370m、420m および 470m 上流に計 3 基の治山堰堤が設けられており、上流 2290m 地点に峡谷、また上流 2870m で支流ポンルシャ川が合流している。区間区分は、第 1 堰堤よりも下流 (区間 A)、堰堤間 (区間 B、区間 C)、第 3 堰堤～峡谷 (区間 D)、峡谷～支流ポンルシャ川合流点 (区間 E)、支流ポンルシャ川合流点～カラフトマス遡上限界地点 (区間 F) の 6 区間とした (図2)。各区間内に 100m の調査区間を設け、カラフトマスの産卵床数をカウントした。産卵床数は調査期間中の 7 日間カウントしたが、単位面積当たり (m^2) の産卵床密度は最終カウント時の産卵床数とした。その産卵床密度とルシャ川本流におけるカラフトマスの産卵可能な流域の面積から総産卵床数を推定した。

データの解析方法

遡上数は AUC (Area-Under-the-Curve) 法 (Irvine *et al.* 1992) および最尤法 (Hilborn *et al.* 1999) により推定した。

AUC 法

この方法は、最も一般的な遡上数推定方法であり、プロットしたデータの下側の面積を台形近似して計算する。

$$AUC_d = \sum_{r=2}^5 \frac{(t_r - t_{r-1})(c_r + c_{r-1})}{2}$$

$$x_i = AUC_d \frac{C_i}{C_d}$$

$$AUC = \sum_{i=2}^{23} \frac{(t_i - t_{i-1})(x_i + x_{i-1})}{2} + \frac{x_{i1}S}{2} + \frac{x_{i23}S}{2}$$

ここで、 AUC_d は「カウントした日の昼間の推定遡上数」、 t_r は「カウントを行った時間」、 C_r は「カウント結果」、 x_i は「カウントを行った日の1日の純遡上数」、 C_i は「岩尾別川日間遡上数」、 C_d は「岩尾別川昼間の遡上数」、 AUC は「ルシャ川の総遡上数」、 t_i は「カウントを行った*i*日」、 x_i は「*i*日の純遡上数」、 S は「ルシャ川のカラフトマスの河川滞在時間」を表す。また、VR-2に記録されたコード化ピンガーの情報から得られたカラフトマス6個体の河川に存在した時間の平均値を河川滞在時間(S)とした。AUC法により推定した遡上数の誤差はブートストラップ法により、95%信頼区間はパーセンタイル法により算定した(Efron and Tibshirani 1993)。

ブートストラップ法による誤差算定は、次式により求めた。

$$e(AUC) = \frac{1}{AUC} \sqrt{\frac{\sum_{b=1}^B (AUC_b - AUC_{bm})^2}{B-1}}$$

ここで、 $e(AUC)$ は「AUC法により推定したルシャ川における総遡上数の誤差」、 B は「ブートストラップ反復回数」、 AUC_b は「AUCのブートストラップサンプル」、 AUC_{bm} は「ブートストラップサンプルの平均値」を表す。今回は、反復回数を50回~10000回の範囲で行い、適切な反復回数を決定した。パーセンタイル法による95%信頼区間の算定方法は、ブートストラップサンプルの αB 番目を下側信頼限界、 $(1-\alpha)B$ 番目を上側信頼限界とした。ただし、 αB および $(1-\alpha)B$ は自然数であり、 $\alpha=0.025$ である。

最尤法

最尤法による遡上数の推定には、カラフトマス遡上パターンが正規分布、その誤差分布が正規分布を取ると仮定した正規 - 正規モデルと、遡上パターンがポアソン分布、その誤差分布が正規分布を取ると仮定したポアソン - 正規モデルの2モデルを使用した。

正規 - 正規モデルの計算方法は以下の通りである。

$$x_t = P_t + e_t$$

$$P_t = E \left[\frac{1}{\sigma_m \sqrt{2\pi}} \exp \left(-\frac{(i-m)^2}{2\sigma_m^2} \right) \right]$$

$$e_t \approx N(0, \sigma^2)$$

$$L(x | P) = \prod \frac{1}{\sigma_n \sqrt{2\pi}} \exp \left(-\frac{(x_t - P_t)^2}{2\sigma_n^2} \right)$$

ここで、 x_t は「AUCで求めたルシャ川における1日の純遡上数」、 P_t は「モデルで推定したルシャ川における1日の純遡上数」、 e_t は「誤差」、 E は「ルシャ川に産卵遡上したカラフトマスの総数」、 i は「カウントした日」、 m は「遡上日の平均」、 σ_m は「遡上日の標準偏差」、 $L(x | P)$ は「誤差の損失関数」を表す。ポアソン - 正規モデルの計算方法は以下の通りである。

$$x_t = P_t + e_t$$

$$P_t = E \left(\frac{e^{-\lambda} \lambda^i}{i!} \right)$$

$$e_t \approx N(0, \sigma^2)$$

$$L(x | P) = \prod \frac{1}{\sigma_i \sqrt{2\pi}} \exp \left(-\frac{(x_t - P_t)^2}{2\sigma_i^2} \right)$$

ここで、 x_t は「AUCで求めたルシャ川における1日の純遡上数」、 P_t は「モデルで推定したルシャ川における1日の純遡上数」、 e_t は「誤差」、 E は「ルシャ川に産卵遡上したカラフトマスの総数」、 i は「カウントした日」、 λ は「遡上日の平均および分散」、 $L(x | P)$ は「誤差の損失関数」を表す。両モデルは実測値と推定値との誤差を最小にしようとするモデルであり、 P_t の最尤推定量を損失関数 $L(x | P)$ より求めた。各モデルの尤度検定にはAICおよび e_t の分散の自然対数である尤度指数を用いた。

また、今回43日間の調査期間に23日間遡上数カウントを行った。これは週平均3.7回という頻度であるが、これを週に3回、2回、1回に減らしたとき推定結果はどのように変化するか検証した。日数減少選択には、ランダム抽出法を用いた。これを各調査頻度で5回繰り返し、

それぞれ AUC 法、最尤法(正規 - 正規モデル、ポアソン - 正規モデル)で遡上数を推定し、その平均、標準偏差および変動係数を求めた。

3. 結果

3-1 データロガー分析によるカラフトマスの遡上行動および河川滞在時間

標識ピンガーを挿入したカラフトマス計 6 個体の遡上行動を図 3 に示した。ピンガー挿入魚のうち 4 個体（標識魚 060829P-1、060829P-2、060916P-1 および 060916P-2）は St.1 のみで受信され、移動しなかった。そのうちの 1 個体（標識魚 060916P-2）は、放流後 13 日目と 14 日目の 2 日間音信不通の状態が続いた(図 3)。これら 4 個体のうち、060829P-1 は放流後 22 日に、060829P-2 は放流後 2 日に、060916P-1 は放流後 2 日に、060916P-2 は放流後 22 日にピンガー発信音の受信ができなくなった。St.1 から受信がなくなった個体のその後の行動については、①そのまま海へ降りた可能性、②定点 St.1 と St.2 との間で死亡した可能性、③ヒグマなどに捕食された可能性が考えられる。

カラフトマス 6 個体中、残りの 2 個体（標識魚 060829P-3 および 060916P-3）は St.1、St.2 および St.3 のすべての定点で受信された。特に、標識魚 060829P-3 のカラフトマスは St.2 と St.3 の間を 4 回往復移動した(図 4)。河川内を移動していた 2 個体（標識魚 060829P-3 および 060916P-3）の移動距離、移動パターン、その所要時間は表 1 に示したが、2 個体とも遡上を開始すると一気に上流まで遡上し、遡上降河を繰り返す時のタイミングおよびその所要時間に規則性は観察されなかった。しかし、標識魚 060829P-3 個体が最初に遡上を開始した 9 月 11 日は、遡上個体数が激増した日と一致した。標識魚 060916P-3 個体が最初に遡上を開始した 9 月 19 日は、台風の来襲日であった。標識ピンガー装着の全個体の河川滞在時間(S)は、平均 14 日であった。

3-2 カラフトマス遡上動態

岩尾別川における 24 時間観測

岩尾別川さけます孵化場においてカラフトマス遡上パターンの 24 時間観察を 3 度行った。その結果、8 月 24 日には午前 (4:00~12:00) に 525 個体、午後 (12:00~20:00) に 504 個体、そして夜間 (20:00~4:00) に 522 個体、9 月 13 日には午前に 1206 個体、午後に 846 個体、そして夜間に 447 個体、また 9 月 30 日には午前に 1686 個体、午後に 1179 個体、そして夜間に 343 個体のカラフトマスが遡上したと推定された (表 2)。すなわち、カラフトマスは一般的に日の出から午前中にかけて活発に遡上したとみなすことができる(図 5)。

ルシャ川におけるカウント結果

ルシャ川におけるカラフトマス遡上数のカウント結果を表3に示した。その結果、カラフトマスの河川遡上は9月18日から活発化していた。また、9月17日以前の河川遡上は、特定の日および時間帯に偏る傾向があった。

この結果と24時間遡上パターンの結果より調査日の日間遡上数、日間降河数、日間純遡上数を求めた(図6)。この結果から、遡上数および純遡上数9月18日から、降河数は9月26日から多くなったことが分かった。また、遡上および降河が一番活発だったのは9月29日だったのに対し、その差である純遡上数は9月21日に一番多く見られた。調査期間中の9月12日～17日は、カラフトマスの遡上数および降河数が著しく少なかった。

AUC法による遡上数推定結果

AUC法によるカラフトマスの遡上数は72,924個体と推定された。また、ブートストラップ法による誤差(反復回数10,000回)は11,300個体と推定された。パーセントイル法より求めた95%信頼区間は、下限が50,042個体、上限が79,068個体となった(図7)。遡上数と降河数には高い相関が見られた($y=-0.45x+175.6$; $r=0.78$; $n=43$, $F=62.03$, $P<0.001$; 図8)。またブートストラップ法により求めた誤差は、反復回数3,000回以上でほぼ一定となった(図9)。

最尤法による遡上数推定結果

正規-正規モデルによる推定遡上数は67,527個体で、そのAICと尤度指数は411.32と14.79であった。ポアソン-正規モデルによる推定遡上数は93,722個体で、そのAICと尤度指数は419.49と15.14であった(図10)。

遡上推定数誤差を最小とする調査回数

調査頻度による推定遡上数の精度を変動係数(CV)から検討した。今回の調査頻度は平均3.7回/週であったので、調査頻度を週3回、2回および1回とした場合の推定精度を検討した。調査頻度を週3回にした場合の推定遡上数とCVは、①AUC法が75,804個体と6.1%、②正規-正規モデルが78,129個体と6.8%、③ポアソン-正規モデルが130,145個体と6.2%にそれぞれなった。調査頻度を週に2回にした場合の推定遡上数とCVは、①AUC法が80,386個体と14.0%、②正規-正規モデルが80,374個体と11.9%、そして③ポアソン-正規モデルが131,467個体と14.7%になった。調査頻度を週に1回にした場合の推定遡上数とCVは、①AUC法が76,423個体と26.6%、②正規-正規モデルが74,877個体と29.1%、そして③ポアソン-正規モデルが131,467個体と54.3%であった(表4)。

3-3 産卵床数推定結果

各調査区間における産卵床数の経時的変化を表5に示した。この表から、全ての調査区間において時間経過と共に増加傾向を示した。そのため、調査最終日である2006年9月25日および10月6日におけるカラフトマスの産卵床数を、ルシャ川における全産卵床数とした。9月

21日および10月2日には産卵床数は減少したが、増水により産卵床が崩壊したためと考えられる。調査結果は、区間A(面積1,348m²)で65個、区間B(面積785m²)で45個、区間C(面積861m²)で26個、区間D(面積1,646m²)で101個、区間E(面積1,363m²)で22個および区間F(面積980m²)で2個となった。従って、各区間内の推定産卵床数は、区間Aで138個、区間Bで45個、区間Cで26個、区間Dで2102個、区間Eで116個および区間Fで5個であり、ルシャ川全体のカラフトマスの産卵床数は2,431個と推定された(表6、図11)。

4. 考 察

4-1 カラフトマス遡上動態

岩尾別川におけるカラフトマスの24時間遡上パターン観察結果では、カラフトマスは日の出から午前中にかけて最も活発に遡上した。サケ属魚類の産卵遡上行動は昼間に活発で、日の出および日没の照度変化に影響されることが報告されており(真山・高橋 1977; 真山 1978; Noltle 1990)、今回の結果はサケ属魚類の普遍的な遡上パターンを示したことといえる。なお、一日中コンスタントに遡上が見られた8月24日は、前日からの降雨により岩尾別川は濁っていた。シロザケでは濁りによる産卵遡上行動への影響が報告されており(真山 1978; Tsuda *et al.* 2006)、カラフトマスの産卵遡上行動もこの濁りの影響を受けた可能性が高い。また、サケ属魚類の遡上行動には個体群密度効果である「混み合い効果」が関与することが知られており(Ellis 1962)、カラフトマスの産卵遡上行動は荒れた天候、流量および水温の変動によっても影響を受けるという報告もある(Noltle 1990; Fukusima and Smoker 1997)。標識魚060829P-3は9月11日に、標識魚060916P-3は9月19日に上流への遡上を開始したが、9月11日はカラフトマスの遡上が増加した日であり(図6)、9月19日は台風の影響による悪天候の日であった。すなわち、標識魚060829P-3は遡上する周りのカラフトマスの混み合い効果により遡上行動を触発された可能性が高い。また、標識魚060916P-3は天候の悪化による河川流量の増加および水温の低下に影響され遡上行動を開始した可能性が考えられる。

また、今回の調査結果では、遡上数と降河数には高い相関が見られ($y=-0.45x+175.6$; $r=0.78$; $n=43$, $F=62.03$, $P<0.001$)、標識魚060829P-3はSt.3まで遡上したにもかかわらず遡上と降河を4回繰り返し、結局St.1まで降河してしまった。さらに、カラフトマスの遡上数と降河数のピークは9月29日、純遡上数のピークは9月21日であった(図7)。ベニザケ(*O. nerka*)では、産卵体勢に入ったオスのベニザケはほとんど移動しないことが報告されており(Stewart *et al.* 2004)、メスのベニザケは高密度時には産卵場を探すために河川を移動する個体が多くなる(Rich *et al.* 2006)。これは、高密度で産卵を行うシロザケおよびカラフトマスにおいても同様のことが考えられる。すなわち、9月21日までにルシャ川のカラフトマス分布密度が最大となり、その後遡上数が増加するものの過密により多数のカラフトマスが降河したものと考えられる。

4-2 遡上数推定

正規 - 正規モデルとポアソン - 正規モデルの2つの遡上数推定モデルを比べると相対的に正規 - 正規モデルの尤度が高く、AUC法により推定した結果に近い値を示した。Hilborn *et al.* (1999) はポアソン - 正規モデルの推定値が実測値と最も近く、AUC法による推定結果とも近い値を示した。しかし、Hilborn らの結果は合計18河川の遡上結果を平均したものであり、一概にルシャ川の結果と比較することはできない。また、推定方法の中でAUC法が最も適当な遡上数を推定できると言われているが、AUC法は正確な信頼区間を求めることができず、観測日数が少ない場合、正確な遡上数を推定しにくいといった批判もある (Hilborn *et al.* 1999)。しかし、本研究ではAUC法の短所を解消するためにブートストラップ法を用いて推定遡上数の誤差および信頼区間を算定した。最尤法における信頼区間は複数年のデータが必要であり、今回の推定では用いることができなかった。

調査頻度による推定値の精度を検討した場合、AUC法と正規 - 正規モデルとの間には調査頻度を少なくしても推定遡上数およびCVに大きな違いは見られなかった(表4)。これらのことから、単年の調査ではAUC法による遡上数の推定と最尤法による遡上数の推定に大きな違いはなく、どちらも有効であると判断された。しかし、調査頻度の減少に伴ってAUC法および正規 - 正規モデルによる推定遡上数のCVは大きくなった。特に、週2回の調査頻度から週1回の調査頻度にしたときに、推定遡上数およびその尤度のCVは著しく大きくなった(表4)。これらのことから、遡上数の正確な推定には、少なくとも1週間に2回以上の頻度で遡上数カウントを行う必要があると考えられた。

4-3 産卵床数の推定と評価

今回の産卵床調査では、ルシャ川におけるカラフトマスの産卵床数は2,431床と推定された。ルシャ川における産卵可能な流域面積38,105m²であり、ルシャ川におけるカラフトマスの産卵床密度は0.064床/m²ときわめて低い。一般的に、カラフトマスの産卵床密度は0.1~1床/m²であり、産卵親魚の個体群密度に依存するといわれている (Heard 1991)。一般的に小石、砂利および泥によって構成された水深20~25cmの河川床にカラフトマスの産卵床は作られる (Heard 1991)。ルシャ川の河川形態はBb型(可児 1944)であり、河川床も小石や砂利で構成されており、カラフトマスの産卵場に適している。したがって、ルシャ川の河川環境がカラフトマスの産卵床数の限定要因であるとは考えにくい。ほかの要因としては、ルシャ川に構築されている3基の治山堰堤による影響、産卵遡上した親魚の個体群密度による影響などが考えられるが、今回の調査結果からはそれらを考察するには至らなかった。しかし、3基の治山堰堤のうち、カラフトマス遡上への負の影響があると判断された2基については、本調査後に改修がなされた。そのため、2007年以降に同様の調査を実施することは、ルシャ川の低産卵密度の要因を特定できる可能性があり、極めて重要である。

表 1. カラフトマス標識魚の河川移動行動.

| 個体 No | 移動日 (経過日数) | St.1-St.2 距離:344m | | | St.2-St.3 距離 : 51m | | |
|-----------|---------------|-------------------|------|----------|--------------------|------|----------|
| | | 行動開始 時刻 | パターン | 所要 時間 | 行動開始 時刻 | パターン | 所要 時間 |
| 060829P-3 | 9月11日(14) | 12:03:28 | 遡上 | 1:38:52 | 15:15:15 | 遡上 | 0:29:59 |
| | 9月18日(21) | | | | 13:19:55 | 降河 | 0:29:27 |
| | 9月18日(21) | | | | 17:50:21 | 遡上 | 1:09:20 |
| | 9月18日(21) | | | | 22:20:46 | 降河 | 6:08:48 |
| | 9月19日(22) | | | | 12:08:28 | 遡上 | 0:16:22 |
| | 9月20日(23) | | | | 9:08:30 | 降河 | 0:17:54 |
| | 9月20日(23) | | | | 10:12:54 | 遡上 | 0:52:29 |
| | 9月20日(23) | 21:33:44 | 降河 | 2:05:16 | 16:18:31 | 降河 | 2:00:17 |
| 060916P-3 | 9月19日(4) | 10:24:01 | 遡上 | 2:44:17 | 19:49:41 | 遡上 | 0:28:02 |
| | 9月20日(5) | | | | 17:45:24 | 降河 | 0:16:28 |

表 2. 岩尾別さけます孵化場におけるカラフトマス 24 時間カウント結果.

| カウント 時間 | 8月24日 | | 9月13日 | | 9月30日 | |
|-------------|-------|-----|-------|-----|-------|------|
| | U | D | U | D | U | D |
| 8:00-8:20 | 9 | -4 | 7 | -4 | 226 | -112 |
| 10:00-10:20 | 42 | -24 | 43 | -4 | 171 | -45 |
| 12:00-12:20 | 38 | -25 | 119 | -46 | 158 | -26 |
| 14:00-14:20 | 50 | -13 | 78 | -55 | 71 | -27 |
| 16:00-16:20 | 23 | -14 | 55 | -16 | 64 | -17 |
| 18:00-18:20 | 18 | -3 | 39 | -8 | 30 | -10 |
| 20:00-20:20 | 35 | -2 | 35 | -12 | 64 | -25 |
| 22:00-22:20 | 41 | -8 | 58 | -18 | 42 | -26 |
| 0:00-0:20 | 10 | -1 | 22 | -10 | 25 | -20 |
| 2:00-2:20 | 13 | -2 | 14 | -6 | 19 | -8 |
| 4:00-4:20 | 43 | -8 | 11 | -5 | 18 | -6 |
| 6:00-6:20 | 64 | -21 | 150 | -29 | 52 | -26 |

U: 遡上数, D: 降河数 (マイナス値) .

表 3. ルシヤ川におけるカラフトマスの遡上数カウント結果.

| 月/日 | 8:00-8:20 | | 10:00-10:20 | | 12:00-12:20 | | 14:00-14:20 | | 16:00-16:20 | | 合計 | |
|-------|-----------|------|-------------|------|-------------|------|-------------|------|-------------|------|-------|--------|
| | U | D | U | D | U | D | U | D | U | D | U | D |
| 8/29 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 8/30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | -1 | 3 | -1 |
| 9/2 | 194 | -12 | 23 | -2 | 10 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 227 | -15 |
| 9/7 | - | - | 9 | -3 | 37 | -6 | 0 | 0 | 1 | 0 | 47 | -9 |
| 9/9 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | -3 | 23 | -6 | 33 | -9 |
| 9/11 | 4 | -1 | 4 | -1 | 30 | 0 | 213 | -9 | 21 | -1 | 272 | -12 |
| 9/12 | 3 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | -3 | 6 | -3 |
| 9/14 | 6 | 0 | 0 | -1 | 1 | -1 | 3 | -1 | 2 | -2 | 12 | -5 |
| 9/15 | 0 | -1 | 3 | 0 | 4 | -4 | 0 | -1 | 0 | 0 | 7 | -6 |
| 9/17 | 4 | -3 | 2 | -1 | 3 | 0 | 4 | -4 | 13 | -4 | 26 | -12 |
| 9/18 | 14 | -5 | 40 | -2 | 85 | -1 | 80 | -2 | 59 | -6 | 278 | -16 |
| 9/21 | 53 | -9 | 62 | -4 | 149 | -5 | 108 | -13 | 168 | -24 | 540 | -55 |
| 9/22 | 53 | -2 | 86 | -12 | 114 | -17 | 143 | -8 | 57 | -10 | 453 | -49 |
| 9/23 | 85 | -6 | 98 | -15 | 205 | -30 | 160 | -25 | 239 | -19 | 787 | -95 |
| 9/26 | 41 | -13 | 20 | -32 | 273 | -55 | 249 | -67 | 50 | -66 | 633 | -233 |
| 9/29 | 211 | -85 | 269 | -96 | 240 | -130 | 273 | -195 | 221 | -161 | 1,214 | -667 |
| 10/1 | 58 | -26 | 81 | -29 | 74 | -108 | 73 | -61 | 146 | -64 | 432 | -288 |
| 10/2 | 49 | -25 | 83 | -29 | 125 | -97 | 89 | -34 | 189 | -58 | 535 | -243 |
| 10/3 | 34 | -26 | 138 | -23 | 337 | -52 | 262 | -96 | 87 | -65 | 858 | -262 |
| 10/4 | 25 | -12 | 40 | -32 | 73 | -55 | 86 | -95 | 75 | -89 | 299 | -283 |
| 10/5 | 34 | -32 | 53 | -54 | 79 | -31 | 74 | -44 | 52 | -30 | 292 | -191 |
| 10/6 | 11 | -17 | 15 | -17 | 73 | -35 | 57 | -25 | 59 | -35 | 215 | -129 |
| 10/10 | 25 | -5 | 25 | -7 | 24 | -10 | 20 | -14 | 15 | -18 | 110 | -54 |
| 合計 | 905 | -280 | 1,053 | -360 | 1,937 | -638 | 1,904 | -697 | 1,480 | -662 | 7,280 | -2,637 |

U: 遡上数, D: 降河数 (マイナス値), -: 観測なし.

表 4. 観測頻度によるカラフトマス推定遡上数とその変動係数(CV).

| 調査 頻度 回数/週 | AUC | | | 正規 - 正規モデル | | | ポアソン - 正規モデル | | |
|------------------|--------|--------|-------|------------|-------|-------|--------------|-------|-------|
| | N | SD | CV | N | SD | CV | N | SD | CV |
| 3.7 回 | 72,924 | - | - | 67,527 | - | - | 93,722 | - | - |
| 3 回 | 75,804 | 4,596 | 6.1% | 78,129 | 5344 | 6.8% | 130,145 | 8004 | 6.2% |
| 2 回 | 80,386 | 11,253 | 14.0% | 80,374 | 9582 | 11.9% | 131,467 | 19346 | 14.7% |
| 1 回 | 76,423 | 20,322 | 26.6% | 748,77 | 21768 | 29.1% | 108,014 | 58630 | 54.3% |

N: 推定遡上数.

表 5. 実際にカウントした産卵床数の経時的変化.

| 各設定区間内の 調査区間 | A | B | C | D | E | F |
|-----------------|----|----|----|-----|----|---|
| 9/12 | 13 | - | - | - | - | - |
| 9/15 | 29 | 28 | 28 | 27 | - | - |
| 9/21 | 26 | 8 | - | - | - | - |
| 9/23 | - | 9 | 27 | - | - | - |
| 9/25 | - | - | - | - | 22 | 2 |
| 9/29 | 85 | 18 | 41 | 34 | - | - |
| 10/2 | 59 | 22 | 17 | 32 | - | - |
| 10/6 | 65 | 45 | 26 | 101 | - | - |

-: 観測なし.

表 6. ルシヤ川における推定産卵床数.

| 区分区間 | A | B | C | D | E | F | 計 |
|----------------------------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|
| 調査区間の産卵床数(床) | 65 | 45 | 26 | 101 | 22 | 2 | 261 |
| 調査区間の流域面積(m ²) | 1,348 | 785 | 861 | 1,646 | 1,363 | 980 | 6,983 |
| 産卵床密度(床/m ²) | 0.048 | 0.057 | 0.030 | 0.088 | 0.016 | 0.0020 | 0.064 |
| 産卵可能な流域面積(m ²) | 2,867 | 785 | 861 | 23,933 | 7159 | 2500 | 38,105 |
| 推定産卵床数(床) | 138 | 45 | 26 | 2,102 | 116 | 5 | 2,431 |

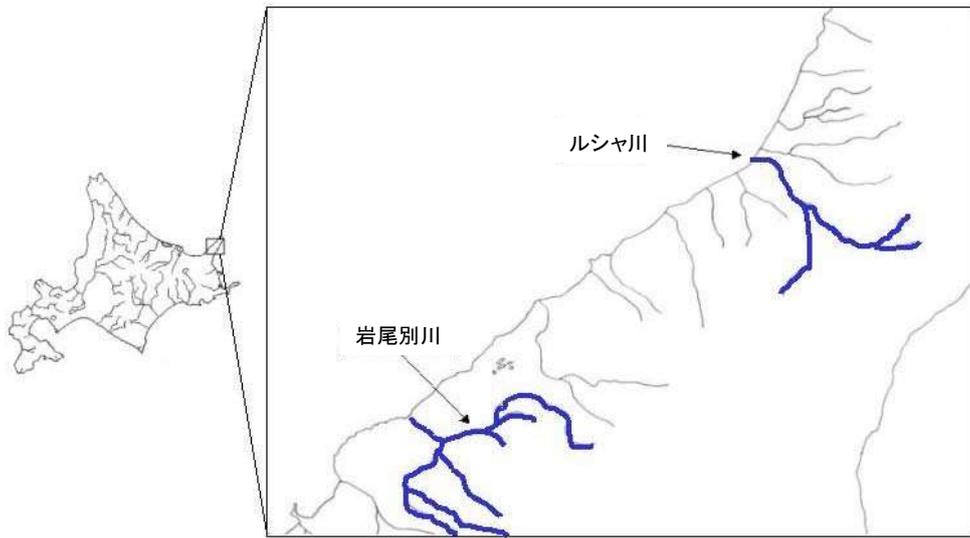


図 1. 知床半島ルシヤ川および岩尾別川周辺図.

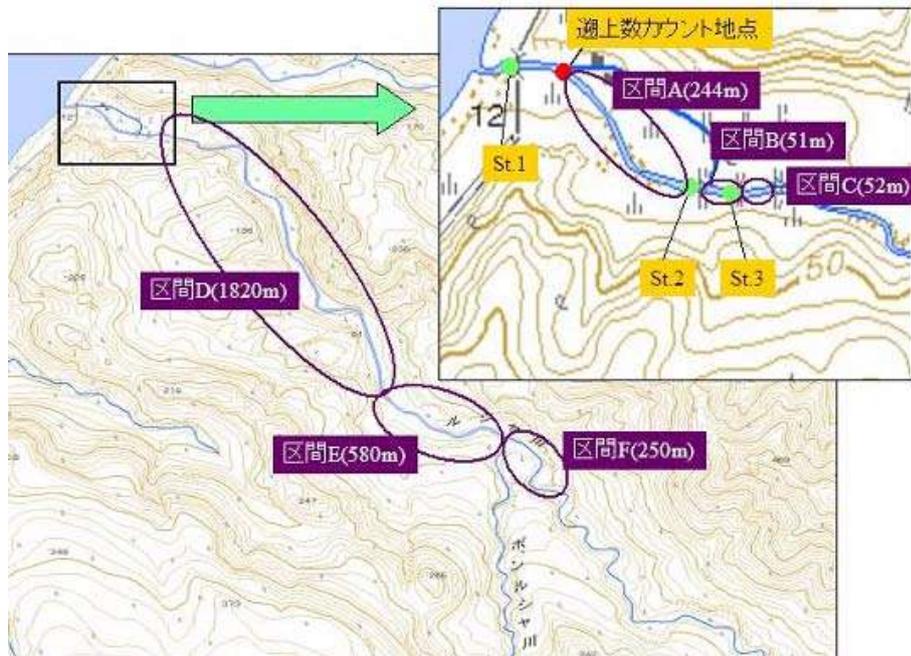


図 2. ルシヤ川での調査地点詳細図. 赤丸: 遡上数をカウントした地点, 緑丸: 受信器 VR2 を設置した定点, 紫丸: ルシヤ川に設定した 6 区間.

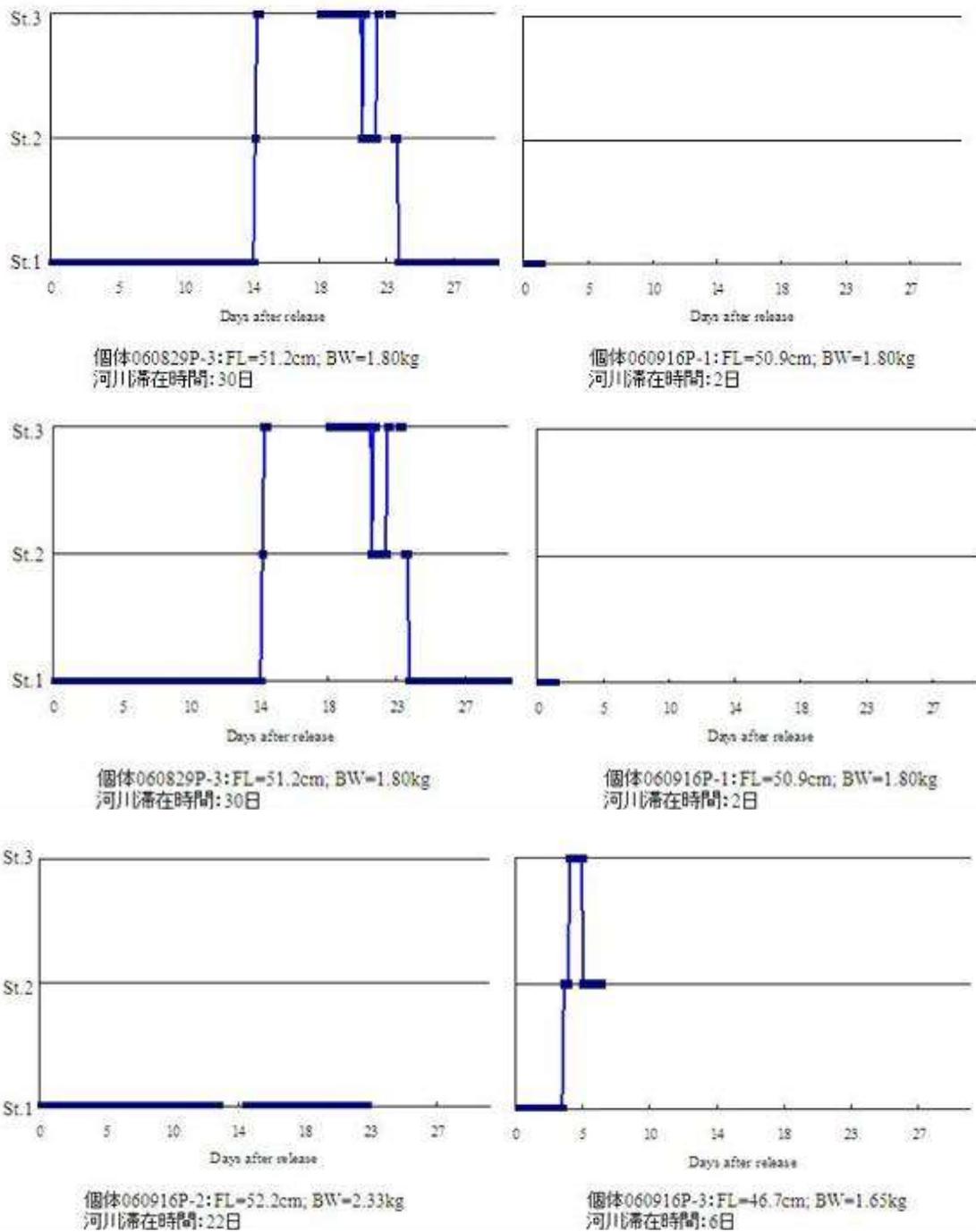


図3. データロガー標識カラフトマスの河川移動行動. 定点 (St. 1-3) は図2を参照.

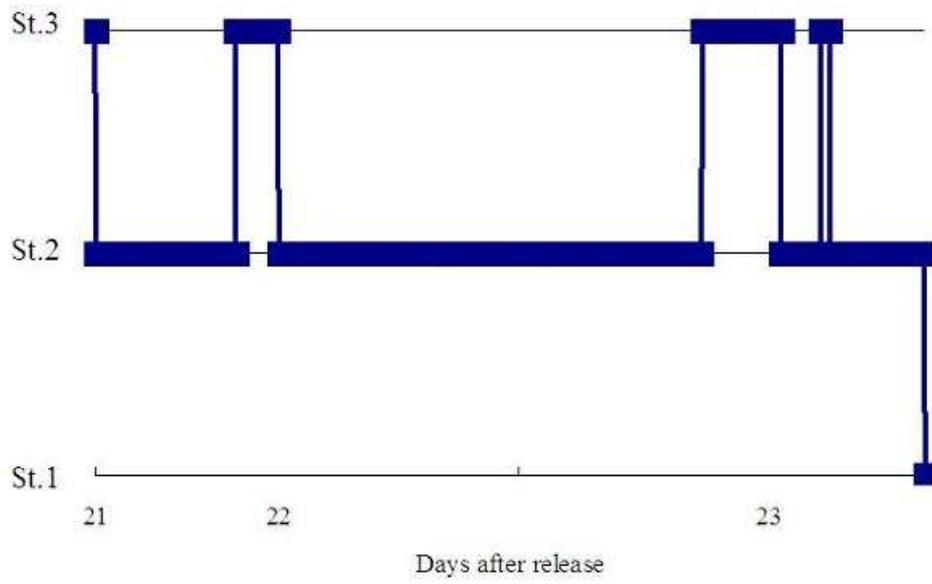


図 4. 標識魚 060829P-3 の河川移動行動. 定点 (St. 1-3) は図 2 を参照.

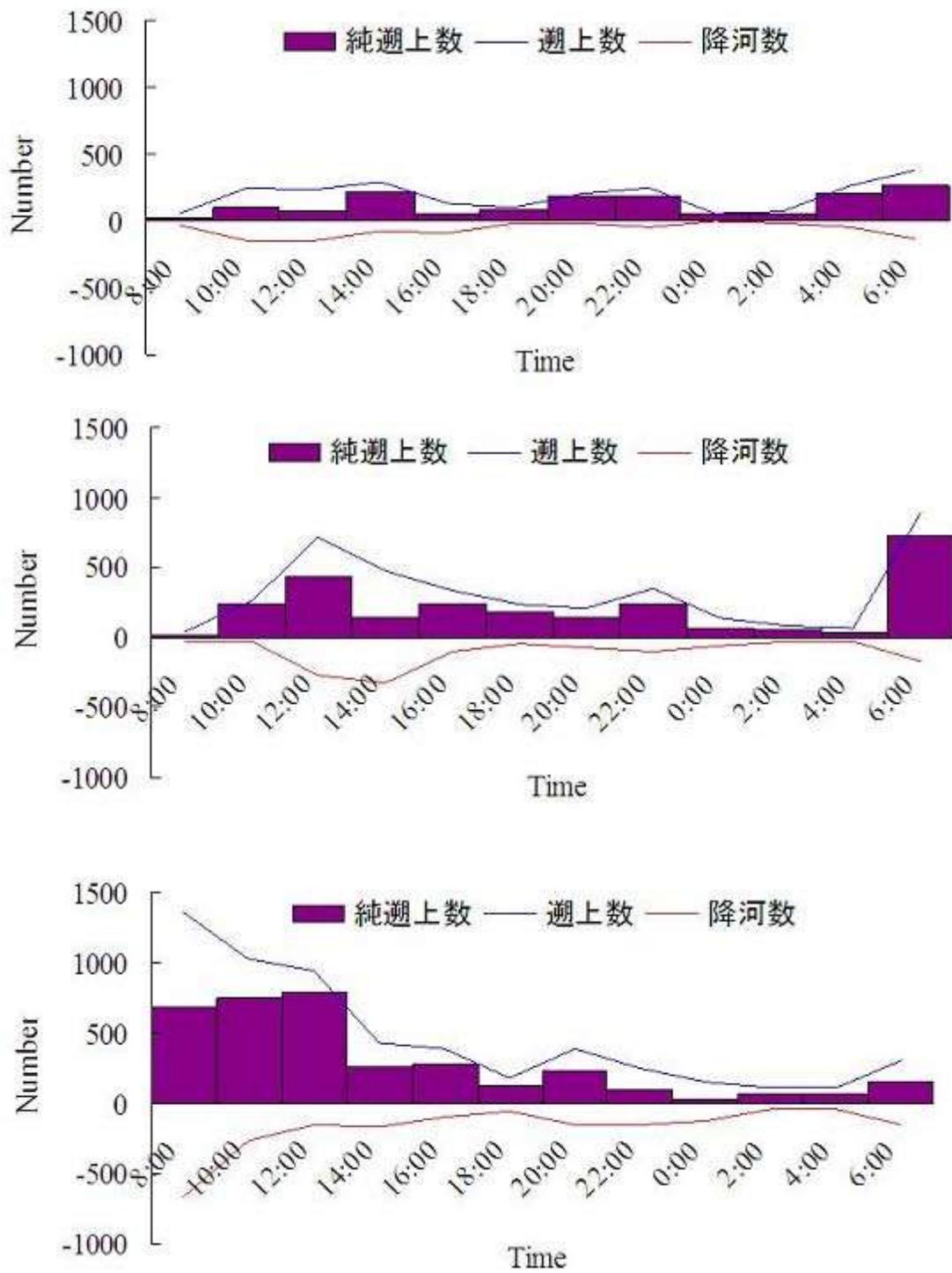


図 5. カラフトマス 24 時間遡上パターン. 上:8 月 24 日、中:9 月 13 日、下:9 月 30 日.

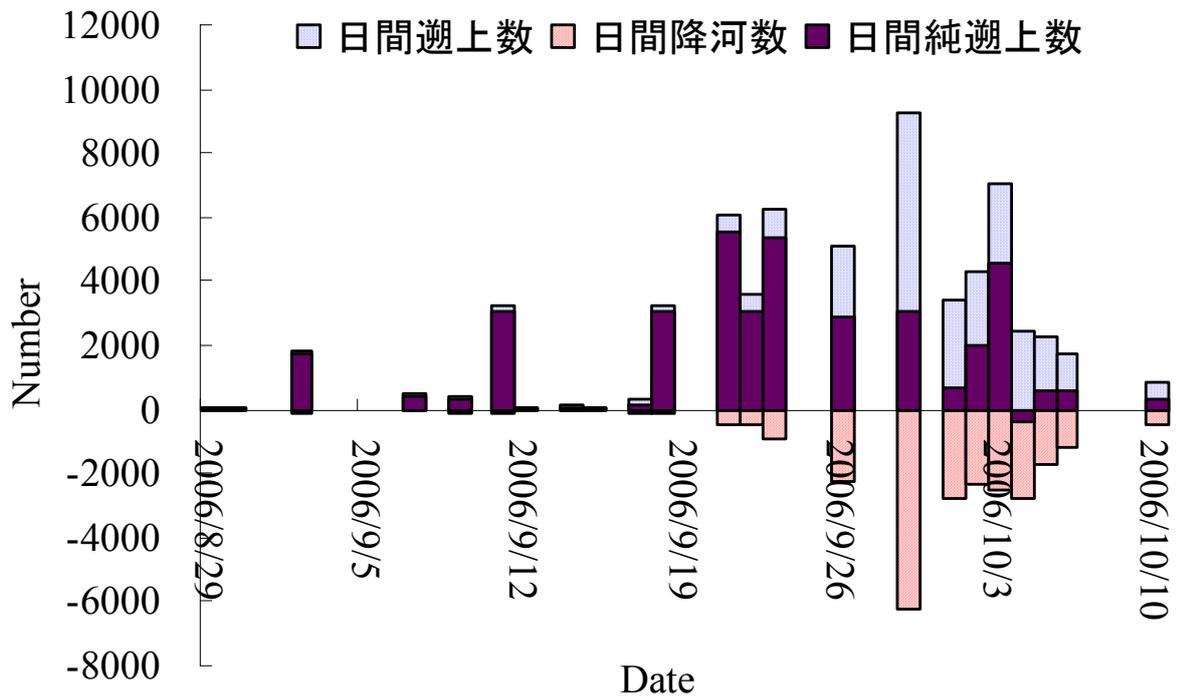


図 6. ルシャ川におけるカラフトマス遡上数と降河数のカウント結果。青: 遡上数, 赤: 降河数, 紫: 遡上数.

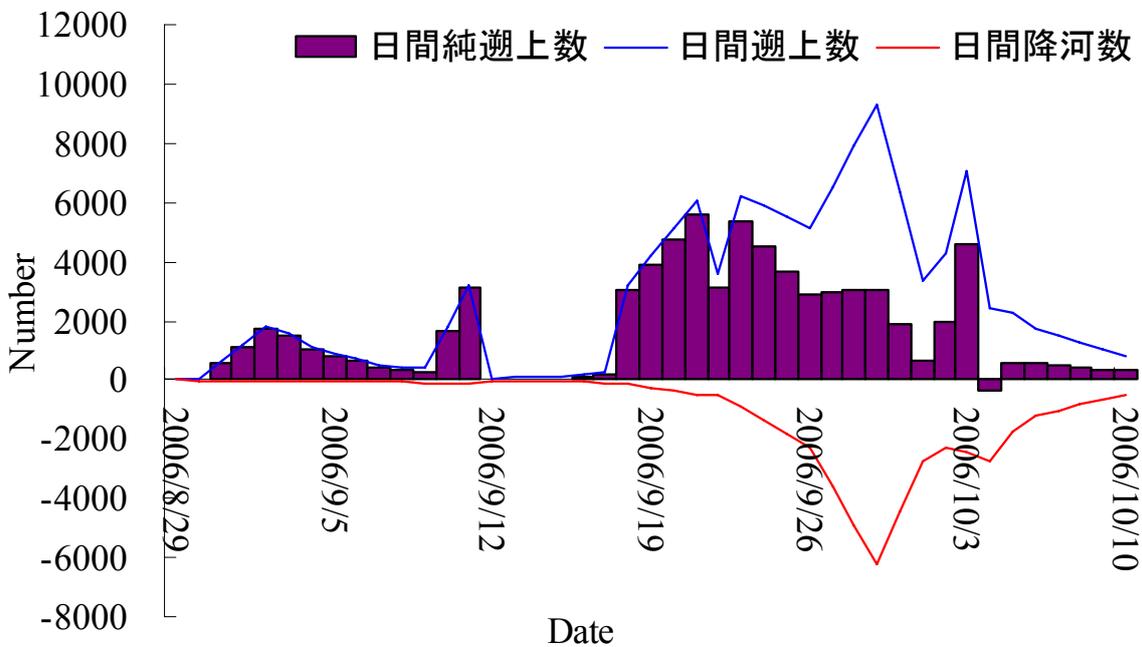


図 7. AUC 法により推定したルシャ川のカラフトマス遡上動態。青線: 遡上数, 赤線: 降河数, 棒: 純遡上数.

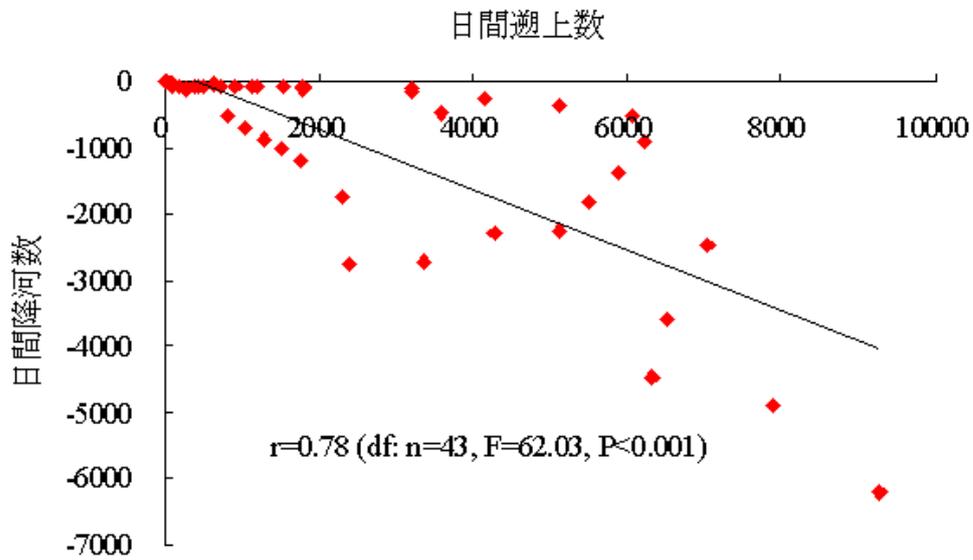


図 8. ルシャ川における日間遡上数と日間降河数の関係.

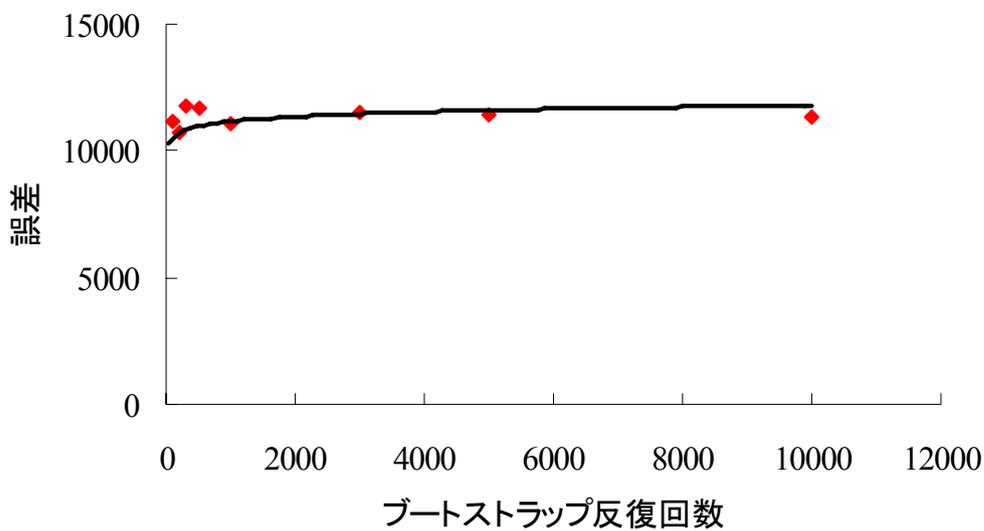


図 9. AUC 推定法におけるブートストラップ反復回数と誤差.

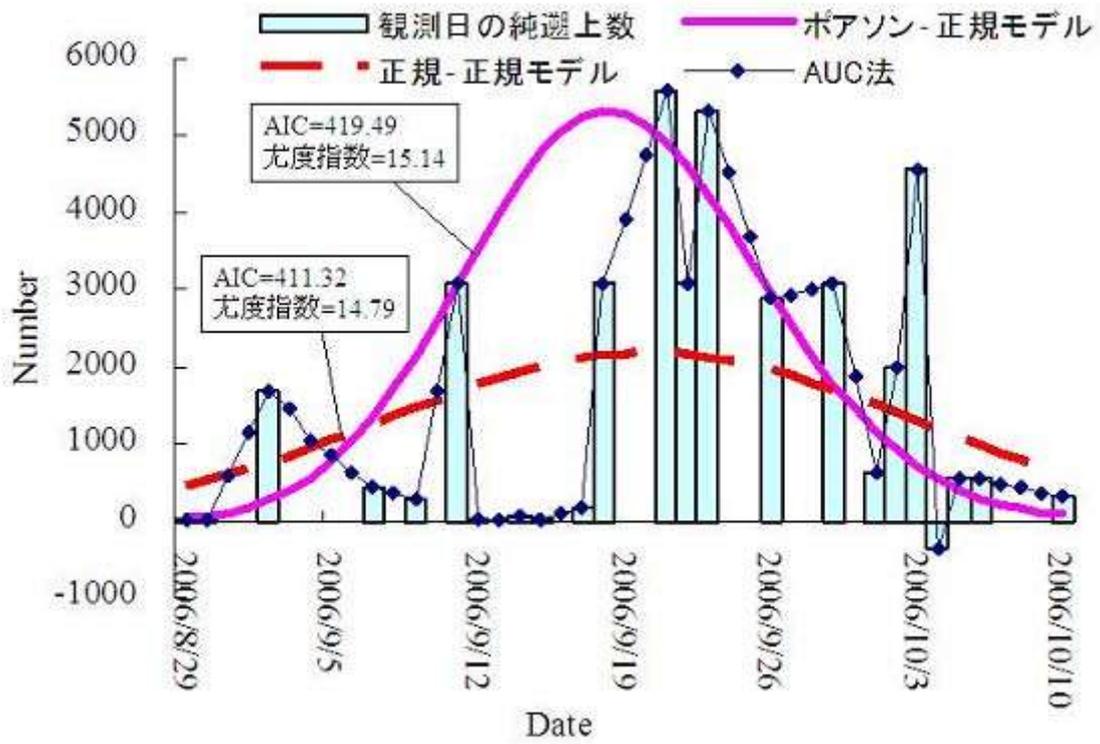


図 10. ルシヤ川におけるカラフトマス遡上数の推定結果.

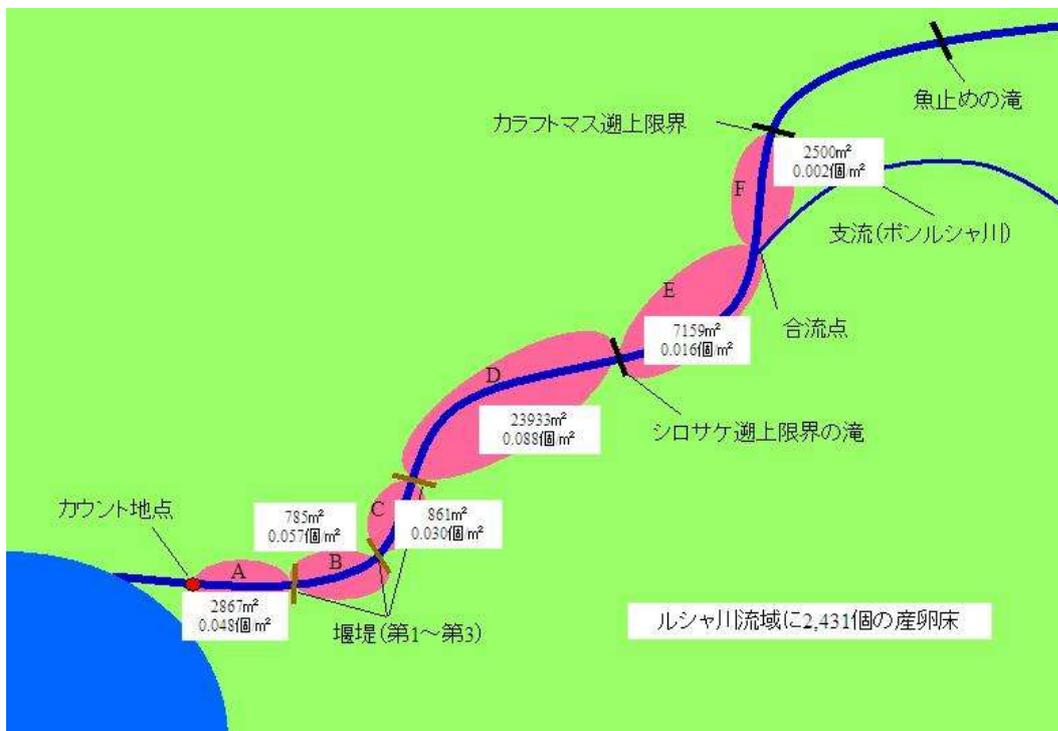


図 11. 2006 年 10 月 6 日, ルシヤ川におけるカラフトマスの産卵床数. 図中の数値は各調査区間における流域面積と産卵床密度(床/m²)を表す

5. 引用文献

- Bilby, R. E., Fransen, B. R., Bisson, P. A., and Walter, J. K. 1998. Response of Juvenile coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) and steelhead (*Oncorhynchus mykiss*) to the addition of salmon carcasses to two streams in southwestern Washington, U.S.A. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 55: 1909-1918.
- Efron, B. and Tibshirani, R. J. 1993. *An Introduction to the Bootstrap*, Chapman & Hall: New York.
- Eggers, D. M., Skvore, P. A. and Deborah L. B. 1995. Abundance estimates of Chinook salmon in the Kenai River using dual-beam sonar. *Alaska Fishery Research Bulletin*, 2: 1-22
- Ellis, D. V. 1962. Preliminary studies on the visible migrations of adult salmon. *Journal of Fisheries Research Board of Canada*, 19: 137-148.
- English, K. K., Bocking, R. C. and Irvine J. R. 1992. A robust procedure for estimating salmon escapement based on the area-under-the-curve method. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 49: 1982-1989.
- Fukushima, M. and Smoker, W. W. 1997. Determinants of stream life, spawning efficiency, and spawning habitat in pink salmon in the Auke Lake system, Alaska. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 54: 96-104.
- Rich, H. B. Jr., Carlson, S. M., Chasco, B. E., Briggs, K. C. and Quinn, T. P. 2006. Movements of male sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) on spawning grounds: effects of in-stream residency, density and body size. *Animal Behaviour*, 71: 971-981.
- Hilborn, R., Bue, B.G. and Sharr S. 1999. Estimating spawning escapements from periodic counts: a comparison of methods. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 56: 888-896.
- Hilderbrand, G. V., Schwartz, C.C., Robbins, C.T., Jacoby, M. E., Hanley, T.A., Arthur, S.M. and Servheen, C. 1999. The importance of meat, particularly salmon, to body size, population productivity, and conservation of North American brown bears. *Canadian Journal of Zoology*, 77: 132-138.
- Irvine, J. R., Bocking, R. C., English, K. K. and Labelle, M. 1992. Estimating coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) spawning escapements by conducting visual survey in areas selected using stratified random and stratified index sampling designs. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 49: 1972-1981.
- 帰山雅秀 2005. 水辺生態系の物質輸送に果たす遡河回遊魚の役割. *日本生態学会誌*, 55: 51-59.
- 可児藤吉 1944. *溪流性昆虫の生態*. 研究社.
- 真山紘・高橋敏正 1977. サケ・マス親魚の生態調査 - I. 千歳川におけるサケ親魚のそ上活動の日周変動(1). *北海道さけ・ますふ化場研究報告*, 31: 21-28.
- 真山紘 1978. サケ・マス親魚の生態調査 - II. 千歳川におけるサケ親魚のそ上活動の日周変動(2). *北海道さけ・ますふ化場研究報告*, 32: 9-18.

- Murota, T. 2003. "The marine nutrient shadow: A global comparison of anadromous salmon, fishery and guano occurrence," in Stockner, John, ed., *Nutrients in Salmonid Ecosystem: Sustaining Production and Biodiversity*, American Fisheries Society Symposium 34, Bethesda: American Fisheries Society, pp. 17-31.
- Noltie, D. B. 1990. Migratory dynamics and characteristics of breeding pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) from the Carp River, eastern Lake Superior. *Canadian Journal of Zoology*, 68: 684-693.
- Parken, C. K., Bailey, R. E. and Irvine, J. R. 2003. Incorporating uncertainty into area-under-the-curve and peak count salmon escapement estimation. *North American Journal of Fisheries Management*, 23: 78-90.
- Stewart, I. J., Carlson, S. M., Boatright, C. P., Buck, G. B. and Quinn, T. P. 2004. Site fidelity of spawning sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) in the presence and absence of olfactory cues. *Ecology of Freshwater Fish*, 13: 104-110.
- Tsuda, Y., Kawabe, R., Tanaka, H., Mitsunaga, Y., Hiraishi, T., Yamamoto, K. and Nashimoto, K. 2006. Monitoring the spawning behaviour of chum salmon with an acceleration data logger. *Ecology of Freshwater Fish*, 15: 264-274.
- Wipfli, M.S., Hudson, J. and Caouette, J. 1998. Influence of salmon carcasses on stream productivity: response of biofilm and benthic macroinvertebrates in southeastern Alaska, U.S.A. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 55: 1503-1511.

II. 知床半島における遡河性回遊魚の河畔林生態系への影響

1. はじめに

河川へ産卵遡上するサケ属魚類 (*Oncorhynchus* spp. 以下、「サケ類」) は、北太平洋周辺の淡水域に大量の有機物を輸送し、それを起源とする栄養やエネルギーは河川や陸上の生態系の生産性を高めることが知られている(Wipfli *et al.* 1998)。産卵後死亡したサケ類は、有機物として分解される過程で、海洋起源の窒素や炭素を付着微生物—水性無脊椎動物—魚類といった食物鎖を通して河川生態系へ運搬する (Bilby *et al.* 1996; Hilderbrand *et al.* 1999a)。また、サケ類は、哺乳類や鳥類によって餌資源として河川から陸上に運搬され、河畔の樹木や草本に海洋起源の炭素と窒素を供給する (Cenderholum *et al.* 1989; Hilderbrand *et al.* 1999b)。

知床半島において本研究で採集調査を実施したルシャ川、白イ川およびオペケプ川は、急勾配で Aa 型の河川形態であり、生息魚類種数は少なく、サケ科魚類が卓越する。これらの河川にはカラフトマス (*O. gorbuscha*)、シロザケ (*O. keta*) およびサクラマス (*O. masou*) が遡上し、それらはヒグマ (*Ursus arctos*) や海ワシ類の越冬用餌として利用されるだけでなく、有機物質としてそれらは陸域生態系へ運搬される。

本研究では、知床半島の河川生態系とその周辺の陸域生態系を含む河畔林生態系における植物、水生昆虫、サケ科魚類、陸上動物に及ぼす遡河性サケ属魚類の影響を明らかにすることを目的とする。

2. 材料および方法

2006年8月24日～10月10日に北海道知床半島ルシャ川、岩尾別川支流白イ川およびオペケプ川において、以下のサンプルを採集した (図1)。

2-1. サケ科魚類

ルシャ川において、カラフトマス、河川残留型のヤマメ (*O. masou*) とオシヨロコマ (*Salvelinus malma*) を電気ショッカーにより採捕し、尾叉長と体重を測定した後、カラフトマスの卵と安定同位体比分析用筋肉 (湿重量 1g) を採集し、-30°Cのディープフリーザーに保管した。また、オシヨロコマの胃内容物を、ストマックポンプにより採集した。なお、サケ属魚類の非遡上区である白イ川では、河川残留型オシヨロコマを上記同様に採捕、測定および筋肉と胃内容物の採集を行った。

2-2. 昆虫・両生類

水生昆虫は、ルシャ川と白イ川において、サーバネット (目合い 225 μ m、25cm \times 25cm コド

ラート付き) を用いて採集した後、可能な限り種レベルまで分類し、個体数と重量を測定し、 -30°C のディープフリーザーに保管した。また、陸生昆虫と両生類は、ルシャ川河口域で採集した後、水生昆虫同様に分類と測定を行い保管した。

2-3. 哺乳類と鳥類

ルシャ川における下流より2つ目と3つ目の砂防ダムの上に植生する木々の区間(約30m)を河川の両サイドに杭または立ち木を利用して有刺鉄線によるヘヤートラップを設置し、鉄線に絡まったヒグマの体毛を採集した(図2)。また、ヘヤートラップの設置は朝から夕方までとした。鳥類の羽毛は、ルシャ川河口域に落羽していたものを採集した後、種レベルまで分類し封筒に入れて常温で保管した。

2-4. 植物

ルシャ川およびオペケブ川沿いに等間隔に5ラインを設け、1ラインでは河岸から内陸に20m間隔に、あるいはその無植生地まで4定点を設定した。河畔林に最も卓越するエゾノキヌヤナギ(*Salix pet-susu*)とケヤマハンノキ(*Alnus hirsute*)の葉を、この5ライン20定点から5枚ずつ採集した(図3)。その後、 -30°C のディープフリーザーにて保管した。

2-5. 安定同位体分析用サンプルの処理

魚類の筋肉、昆虫、両生類および植物の葉は凍結した標本を持ち帰り、常温で解凍した後、蒸留水でよく洗浄し、 60°C で24時間乾燥した。また、哺乳類の体毛と鳥類の羽毛は、毛を丸ごと1本使用する方法(従来法)と毛を細かく分断する方法(GSA法)の2通りで処理した(Mizutani et al., 2005)。これらの標本を乳鉢で粉末化し、それを滅菌済みのサンプルビンに入れ、クロロホルム2:エタノール1の溶液で脱脂した。完全に脱脂し、脱脂溶液を飛ばした標本をスズカップに丸めて1分析試料(魚類、昆虫、両生類、哺乳類および鳥類の標本は約0.5mg、植物の標本は約2.0mg)とした。

2-6. 安定同位体比測定

試料を酸化還元して CO_2 と N_2 にガス化し、精製したガスを同位体比測定型質量分析計MAT-252によって分析した。標準ガスとして、炭素はPDB(Peedee Belemnite)、窒素は空気中の窒素ガスで標準化した作業用参照ガスを用いた。測定は導入された CO_2 ガスの質量44、45および46、 N_2 ガスの28と29のイオン電流を同時測定し、参照ガスとの比から、最終的に次式によってもとめた;

$$\delta X (\text{‰}) = \{(R_{\text{sample}} / R_{\text{standard}}) - 1\} \times 1000$$

ただし、 δX は $\delta^{13}\text{C}$ または $\delta^{15}\text{N}$ であり、 R_{sample} と R_{standard} は試料と標準試料の $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ または $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ を示す。

3. 結 果

3-1 サケ科魚類の安定同位体比

本研究で採集したサケ科魚類の $\delta^{15}\text{N}$ は、10月10日にルシャ川で採集したオショロコマ(11.4 \pm 1.0)が最も高く、ついでカラフトマス卵(11.0 \pm 1.3)、カラフトマス(10.7 \pm 0.9)、8月30日にルシャ川で採集したオショロコマ(9.3 \pm 3.5)、9月21日にルシャ川で採集したオショロコマ(9.3 \pm 1.7)、9月21日にルシャ川で採集したヤマメ(8.37)、10月7日にルシャ川で採集したオショロコマ(7.7 \pm 3.7)、10月2日にルシャ川で採集したヤマメ(7.06)、9月20日に白伊川で採集したオショロコマ(5.13 \pm 0.58)の順で、8月31日に白伊川で採集したオショロコマ(5.10 \pm 1.23)が最も低かった。

$\delta^{13}\text{C}$ は、8月30日にルシャ川で採集したオショロコマ(-19.0 \pm 1.2)が最も高い値を示し、9月21日にルシャ川で採集したオショロコマ(-19.27 \pm 0.5)、9月20日に白伊川で採集したオショロコマ(-19.4 \pm 0.6)、8月31日に白伊川で採集したオショロコマ(-19.72 \pm 0.8)、10月7日にルシャ川で採集したオショロコマ(-19.8 \pm 0.8)、10月10日にルシャ川で採集したオショロコマ(-20.0 \pm 0.5)、9月21日にルシャ川で採集したヤマメ(-20.35)、カラフトマス(-20.6 \pm 0.6)、10月2日にルシャ川で採集したヤマメ(-20.8)カラフトマスの卵(-21.0 \pm 0.5)の順で、9月16日に白伊川で採集したヤマメ(-21.9 \pm 0.4)が最も低かった(図4)。なお、カラフトマス遡上期のルシャ川で採集したほとんどのオショロコマの胃内容物から大量のカラフトマスの卵が検出されている。

3-2. 昆虫・両生類の安定同位体比

(1) 水生昆虫の安定同位体比

ルシャ川で採集したヒゲナガカワトビケラ、エルモンヒラタカゲロウ、トゲオヨコエビおよびオオアミメカワゲラでは、最初の採集日より最後の採集日の $\delta^{15}\text{N}$ のほうが高かった。特にヒゲナガカワトビケラ、エルモンヒラタカゲロウおよびトゲオヨコエビは3%程度高くなっていた。このことは、8月下旬からのカラフトマス遡上との関係が想定される。また、ヒゲナガカワトビケラ、エルモンヒラタカゲロウおよびオオアミメカワゲラの $\delta^{15}\text{N}$ は、白伊川よりもルシャ川のほうが高かった(図6)。

ルシャ川で採集したヒゲナガカワトビケラ、エルモンヒラタカゲロウ、トゲオヨコエビの3種類の $\delta^{13}\text{C}$ と $\delta^{15}\text{N}$ は8月30日から9月23日にかけて上昇している。一方オオアミメカワゲラでは、あまり大きな変化は見られなかった。

(2) 陸生昆虫と両生類の安定同位体比

ルシャ川で採集した陸生昆虫・両生類の $\delta^{15}\text{N}$ を種類別に見ると、ウジ(13.3)が最も高い

値を示し、ついでハエ (8.9)、ベッコウバエ (8.3)、シダクロスズメバチ (7.6)、シロブチサラグモ・ウズキコモリグモ (4.4)、センチコガネ (4.3)、エゾアカガエル (3.4±0.5)、メノコツチハンミョウ (2.6)、ハネナガフキバツタ・ミヤマフキバツタ (-0.6) の順で、オオマルハナバチ (-0.9) が最も低かった (図 7)。

$\delta^{13}\text{C}$ を種類別に見るとウジ (-20.0) が最も高い値を示し、ついでハエ (-23.5)、ベッコウバエとシロブチサラグモ・ウズキコモリグモ (-23.7)、オオマルハナバチ (-24.8)、エゾアカガエル (-25.5±0.7)、ハネナガフキバツタ・ミヤマフキバツタ (-26.7)、センチコガネ (-26.8)、メノコツチハンミョウ (-27.7) の順で、シダクロスズメバチ (-30.7) が最も低かった (図 7)。

3-3. 哺乳類・鳥類の安定同位体比

(1) ヒグマの体毛の安定同位体比

ヘヤートラップにより採集した個体識別不明かつ不特定数のヒグマの体毛を従来法により分析し、採集日別に $\delta^{15}\text{N}$ を見ると、9月7日 (7.3) が最も高く、ついで9月9日 (7.3)、9月11日 (7.1)、9月17日 (6.9)、9月21日 (6.0)、9月15日 (5.4)、10月6日 (3.7)、10月2日 (3.6) の順になり、10月10日 (1.9) が最も低い値となった。採集日別に $\delta^{13}\text{C}$ を見ると、9月7日 (-20.2) が最も高く、ついで9月9日 (-20.3)、9月17日 (-20.7)、9月11日 (-20.9)、10月6日 (-21.0)、9月21日 (-21.3)、10月2日 (-21.4)、9月15日 (-21.5) の順となり、10月10日 (-22.4) が最も低い値となった(図 8)。

ヘヤートラップにより採集した個体識別不明かつ不特定数のヒグマの体毛を GSA 法により分析し、毛根からの長さ別に $\delta^{15}\text{N}$ を見ると、毛根から 1cm (10.2) が最も高い値を示し、ついで毛根から 2cm (7.6)、毛根から 9cm (6.6)、毛根から 3cm (6.4)、毛根から 8cm (5.8)、毛根から 7cm (5.5)、毛根から 6cm (4.9) の順となり、毛根から 4cm と毛根から 5cm (4.6) が最も低い値を示した。毛根からの長さ別に $\delta^{13}\text{C}$ を見ると、毛根から 1cm (-19.0) が最も高い値を示し、ついで毛根から 2cm (-20.1)、毛根から 9cm (-20.3)、毛根から 4cm と毛根から 5cm (-21.3)、毛根から 3cm (-20.6)、毛根から 8cm (-21.2)、毛根から 7cm (-21.6) の順となり、毛根から 6cm (-21.7) が最も低い値と示した(図 9)。

ヘヤートラップにより採集した個体識別番号 060901B-2 のヒグマの体毛を GSA 法により分析し、毛根からの長さ別に $\delta^{15}\text{N}$ を見ると、毛根から 5cm (12.1) が最も高い値を示し、ついで毛根から 2cm と毛根から 3cm と毛根から 6cm (11.8)、毛根から 4cm (11.7)、毛根から 1cm (11.4)、毛根から 7cm (11.1)、毛根から 8cm (10.1) の順に低い値になり、毛根から 9cm (9.5) が最も低い値を示した。毛根からの長さ別に $\delta^{13}\text{C}$ を見ると、毛根から 6cm (-18.6) が最も高い値を示し、ついで毛根から 7cm (-18.7)、毛根から 3cm と毛根から 4cm と毛根から 5cm (-18.8)、毛根から 2cm (-18.9)、毛根から 8cm と毛根から 1cm (-19.1) の順に低い値となり、毛根から 9cm (-19.2) が最も低い値を示した (図 10)。

(2) 鳥類の羽毛の安定同位体比

採集した鳥類の羽毛を従来法による $\delta^{15}\text{N}$ は、10月6日に採集したオオセグロカモメの初列風切羽(14.4)が最も高い値を示し、ついで9月25日に採集したオジロワシの初列風切羽(12.9)、9月15日に採集したハシブトガラスの初列風切羽(11.0)、10月3日に採集したハシブトガラスの初列風切羽(10.9)、9月15日に採集したトビの次列風切羽(9.1)の順に低い値となり、10月6日に採集したトビの次列風切羽(8.3)が最も低い値を示した。毛根からの長さ別に $\delta^{13}\text{C}$ を見ると、10月6日に採集したオオセグロカモメの初列風切羽(-18.9)が最も高い値を示し、ついで9月25日に採集したオジロワシの初列風切羽(-19.4)、9月15日に採集したハシブトガラスの初列風切羽(-20.2)、9月15日に採集したトビの次列風切羽(-20.9)、10月3日に採集したハシブトガラスの初列風切羽(-21.2)の順に低い値となり、10月6日に採集したトビの次列風切羽(-22.3)が最も低い値を示した(図11)。

オジロワシの羽毛をGSA法により分析し、長さ別に $\delta^{15}\text{N}$ を見ると、毛根から25cm(17.7)が最も高い値を示し、ついで毛根から15cm(16.1)、毛根から10cm(16.0)、毛根から20cm(15.8)、毛根から45cm(15.5)、毛根から30cm(15.4)、毛根から40cm(15.4)、毛根から5cm(14.8)、毛根から35cm(14.8)の順に低い値となり、毛根から45cm(15.5)が最も低い値を示した。長さ別に $\delta^{15}\text{N}$ を見ると、毛根から20cm(-14.2)が最も高い値を示し、ついで毛根から25cm(-14.3)、毛根から5cm(-14.6)、毛根から10cm(-14.6)、毛根から15cm(-14.6)、毛根から45cm(-14.7)、毛根から30cm(-14.8)、毛根から40cm(-15.1)の順に低い値となり、毛根から35cm(-15.3)が最も低い値を示した(図12)。

ハシブトガラスの羽毛をGSA法により分析し、採集日別に $\delta^{15}\text{N}$ を見ると、毛根から24cm(11.4)が最も高い値を示し、ついで毛根から21cm(11.2)、毛根から18cm(10.8)、毛根から15cm(10.6)、毛根から6cm(10.4)、毛根から9cm(9.6)、毛根から12cm(9.3)の順に低い値となり、毛根から3cm(9.1)が最も低い値を示した。長さ別に $\delta^{15}\text{N}$ を見ると、3cm(-21.3)が最も高い値を示し、ついで毛根から6cm(-20.9)、毛根から12cm(-21.2)、毛根から9cm(-21.1)、毛根から15cm(-20.9)、毛根から18cm(-20.8)、毛根から21cm(-20.6)の順に低い値となり、毛根から24cm(-20.5)が最も低い値を示した(図13)。

オオセグロカモメの羽毛をGSA法により分析し、長さ別に $\delta^{15}\text{N}$ を見ると、毛根から6cm(14.9)が最も高い値を示し、ついで毛根から9cm(14.7)、毛根から3cm(14.5)、毛根から12cm(14.3)、毛根から15cm(14.2)、毛根から18cm(14.1)、毛根から21cm(13.7)、毛根から24cmと毛根から27cm(13.5)の順に低くなり、毛根から30cm(13.4)が最も低い値を示した。長さ別に $\delta^{15}\text{N}$ を見ると、毛根から9cm(-18.0)が最も高い値を示し、ついで毛根から12cm(-18.0)、毛根から6cm(-18.0)、毛根から3cm(-18.4)、毛根から15cm(-18.7)、毛根から18cm(-18.8)、毛根から21cm(-18.9)、毛根から27cm(-19.1)、毛根から30cm(-19.2)の順に低くなり、毛根から24cm(-19.3)が最も低い値を示した(図14)。

3-4. 植物の安定同位体比

(1) ヤナギ葉の安定同位体比

ヤナギの葉の安定同位体比が河川からの距離によりどのような変化を示すのかを明らかにするために、サケ属魚類の非遡上区であるオペケブ川で10月7日に採集したヤナギの葉とルシャ川で10月6日に採集したヤナギの葉の安定同位体比 ($\delta^{13}\text{C}$ と $\delta^{15}\text{N}$) を河岸からの距離で見ると、オペケブ川では、河岸から0~20m区域で -30.6 ± 0.8 と -1.1 ± 1.3 、20~40m区域で -29.9 ± 0.5 と -1.1 ± 1.0 、40~60m区域で -31.2 ± 0.6 と -0.3 ± 1.0 となった。ルシャ川の場合、0~20m区域で -29.2 ± 0.5 と -1.1 ± 0.2 、ルシャ川から20~40m区域で -30.1 ± 0.8 と -1.7 ± 0.7 、40~60m区域で -31.0 ± 1.2 と -1.4 ± 0.9 、そして60~80m区域で -31.0 ± 1.2 と -0.9 ± 0.8) となった (図 15)。

各河川のヤナギの葉の安定同位体比の比較と時系列変化を、オペケブ川で9月8日、10月7日に採集したヤナギの葉とルシャ川で9月1日、10月6日に採集したヤナギの葉と10月27日に遊楽部川中流 (シロザケ遡上区)、遊楽部川上流 (非遡上区) で採集したヤナギの安定同位体比を比較した。ヤナギの葉は、オペケブ川では9月8日に -29.9 ± 0.7 と -1.0 ± 0.9 、10月7日に -30.4 ± 0.7 と -1.0 ± 1.0 、ルシャ川では9月1日に -30.2 ± 0.8 と -1.6 ± 0.6 、10月6日に -30.2 ± 1.1 と -1.3 ± 0.6 であり、10月27日の遊楽部川中流では -29.5 ± 0.3 と 1.0 ± 0.8 、そして10月27日の遊楽部川上流で -30.8 ± 0.2 と -1.6 ± 0.8 になった (図 16)。

(2) ハンノキ葉の安定同位体比

ハンノキの葉の安定同位体比を河岸からの距離との関係で調べた。10月6日のルシャ川の場合、河川から0~20m区域で -28.9 ± 0.8 と -1.4 ± 0.6 、20~40m区域で -29.2 ± 1.6 と -1.5 ± 0.1 、40~60m区域で -29.7 ± 1.1 と -1.5 ± 0.5 、そして60~80m区域で -30.0 ± 0.8 と -1.2 ± 0.3 となった。10月7日のオペケブ川の場合、河川から0~20m区域で -28.8 ± 1.5 と -1.3 ± 0.7 、20~40m区域で 28.6 ± 1.7 と -1.7 ± 0.3 、そして40~60m区域で -29.8 、 -1.2) となった (図 17)。

4. 考察

ルシャ川で採集されたカラフトマス筋肉の $\delta^{13}\text{C}$ (-20.57 ± 0.63) と $\delta^{15}\text{N}$ (10.74 ± 0.86) は海洋のそれら (-20.43 ± 1.09 と 10.37 ± 0.99 ; Kaeriyama et al. 2004) と有意な差が観察されないこと (Welch's t-test; $t < 0.96$, $P > 0.05$) から、今回のカラフトマスの安定同位体比は本種の固有値を反映しているものと判断される。また、カラフトマスの筋肉と卵 (-21.00 ± 0.49 と 11.00 ± 1.25) との間にも有意な差は観察されなかった (Mann-Whitney U-test; $Z < 0.77$, $P > 0.05$)。カラフトマスと同等あるいはより高い $\delta^{15}\text{N}$ を示す魚類は2006年10月にルシャ川で採集されたオショロコマ (11.54 ± 0.85) であり両者には有意な差が観察されなかった (Mann-Whitney U-test; $Z = 1.39$, $P = 0.16$)。また、その他の河川残留型魚類は明らかにカラフトマスよりも高い $\delta^{15}\text{N}$ を示した。一般的に $\delta^{15}\text{N}$ の濃縮率は3.5‰といわれること (Minagawa and Wada 1984) から、カラフトマスとオショロコマの栄養段階に差はないことになる。なお、カラフトマスの遡上期のルシャ川

で採集したほとんどのオショロコマの胃内容物から大量のカラフトマスの卵が検出されている。カラフトマス遡上期のルシャ川オショロコマは、 $\delta^{15}\text{N}$ が白イ川より 6%以上高く、2 栄養段階ほど高い。また、ルシャ川におけるオショロコマの栄養段階はヤマメよりも高い。同様の結果はギンザケとカット・スロート・トラウトによっても報告されており (Bilby et al. 1996)、これらのことから濃縮率は低いものの 10 月 10 日に採集したオショロコマはカラフトマスの影響をうけていた可能性が高いと考えられる。

陸上昆虫のうち、カラフトマスの死体に産卵するハエから孵化したウジはカラフトマスの死肉を餌とするため、その $\delta^{15}\text{N}$ はカラフトマスより 2.5%ほど高かった。また、ハネナガフキバツタ・ミヤマフキバツタ、オオマルハナバチの $\delta^{15}\text{N}$ が最も低かったが、草食性という摂餌特性に起因するものと考えられる。なお、今回、 $\delta^{15}\text{N}$ の順位で上位 4 位を占めていたウジ、ハエ、ベッコウバエ、シダクロズメバチは、カラフトマス死体を直接利用しているのを観察しており、その安定同位体比はアメリカ西海岸のサケ類遡上河川のそれらと同程度 (Hocking and Reimchen 2002) であった。なお、それらの捕食者であるシロブチサラグモ、ウズキコモリグモおよびエゾアカガエルの安定同位体比は低かった。

ヒグマの $\delta^{15}\text{N}$ は、毛根全体をプールして測定した従来法ではいずれもカラフトマスより低かった (<8%)。しかし、GSA 法による分析結果では、毛根部分の $\delta^{15}\text{N}$ はカラフトマスのそれとほぼ類似した (>10%)。ヒグマの体毛における安定同位体の転換率は明らかではないが、このことはヒグマが最近の餌生物をカラフトマスに依存していることを表している。すなわち、従来法では、体毛全体の安定同位体比を分析するため、毛が生え変わる春から摂餌した全ての餌の安定同位体比の平均値を示すことになる。GSA 法では、体毛の伸長期間に応じた餌の安定同位体比の時系列変化を見ることが出来る (Mizutani et al., 2005)。

ヒグマ不明個体の従来法分析では、春から摂餌した全ての餌の平均値が、日が経つにつれて低くなっている。この体毛は不特定多数のヒグマから採集されたものであるため、ヒグマの摂餌した餌に個体差が生じるため、このような結果になったと考えられる。ヒグマ不明個体の GSA 法分析では、体毛の採集日に最も近い頃のヒグマの安定同位体比を反映していると考えられる毛根で高い値を示した。特に毛根から 2 cm と 1 cm の間には、安定同位体比の大きな上昇が見られた。ヒグマ 060901B-1 の GSA 分析では、体毛の成長を通して炭素・窒素共に大きな変化は無く、不明個体と比較すると体毛の伸長期間には常に栄養段階の高い餌を摂餌していたとことが考えられる。これらの結果からも、ヒグマ体毛の安定同位体比は摂餌する餌によって個体差が生じたことが予想される。

Hilderbrand et al.(1999)によれば、アラスカにおいて海由来の餌生物を主食とする Admiralty 島のヒグマ、陸由来の餌を主食とする Prudhoe Bay のヒグマ、陸域の植物を主食とする Klauene National Park のヒグマの安定同位体比 ($\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$) は、それぞれ -19.3 ± 0.7 と 10.4 ± 0.8 、 -21.9 ± 0.4 と 5.5 ± 1.0 、 -23.1 ± 0.7 と 3.3 ± 0.9 を示す。Hilderbrand et al.(1999)によって示された結果を基に本研究によって得られた分析値をみると、10 月に採集したヒグマは陸生の植物を、9 月

に採集したヒグマは陸由来の肉を主食とした餌の異なる個体であると推定される。Hilderbrand et al. (1996) のアメリカクロクマの飼育実験結果と本研究の GSA 法の結果を比較すると、ヒグマ不明個体では毛根から 1 cm ではサケ類を摂餌し、毛根から 2 cm、3 cm および 9 cm では、植食生動物（おそらくエゾシカ）を摂餌し、毛根から 7-8 cm では再び植物を、毛根から 4-6 cm では植物と植食生動物の両方を摂餌していた可能性が高いことが推定される。また、ヒグマ 060901B-2 の体毛は、常にサケ類と同程度の安定同位体比を示している。

Thompson and Furness (1995) によると、イカナゴのみを摂餌するウミガラス、カシアシ類・オキアミ類のみを摂餌するブロードビルド・プライオン（ミズナギドリ科の海鳥）、ブロードビルド・プライオンを摂餌するオオトウゾクカモメの $\delta^{13}\text{C}$ と $\delta^{15}\text{N}$ は、それぞれ -15.9 ± 0.1 と 11.6 ± 0.4 、 -17.6 ± 0.3 と 10.8 ± 0.7 、 -17.2 ± 0.6 と 13.8 ± 0.9 を示す。従来法の結果は、オオセグロカモメとオジロワシは、他の鳥類もしくはカラフトマスを摂餌する鳥類の安定同位体に近い値を示していた。ハシブトガラスとトビは、イカナゴや動物プランクトンを摂餌する鳥類の値と近くなっていた。オジロワシの羽を GSA 法で分析した結果、毛根からの距離による時系列変化は少なかった。また、常に他の鳥類もしくはカラフトマスを摂餌する鳥類の安定同位体に近い値を示していた。ハシブトガラスの羽を GSA 法で分析した結果、毛根からの距離による時系列変化は少なかった。また、常にイカナゴ、動物プランクトンを摂餌している鳥類の安定同位体比に近い値を示していた。

ルシャ川河畔のヤナギの安定同位体比は、シロザケが遡上する遊楽部川に比べてきわめて低く、サケ類が遡上しないオペケブ川とほぼ同じ値を示した。シロザケ、ギンザケおよびカラフトマスが遡上する河川において生育する植物の安定同位体比は、それらが遡上しない河川に比べて高いことが知られている (Helfield and Naiman 2001 ; 長坂・長坂, 2004)。今回の結果は、河川からの距離が遠いほどヤナギの安定同位体比が低くなる傾向が見られるものの、ルシャ川のヤナギはオペケブ川と比較しても大きな相違がみられないことから、ルシャ川の河畔林ではサケ類によりもたらされる物質輸送の影響はほとんどうけていないものと考えられる。

なお、Helfield and Naiman (2001) によると、ハンノキにより固定された窒素は窒素の豊富な落葉を生産や根粒菌の分泌液や根を通過して周辺の土壌へと移送され、その結果として窒素回路の促進や森林の土壌中の利用可能な窒素を増加させる。また、海洋由来の窒素よりもハンノキによって固定された窒素が優先的に使用されるため、同所的に存在する針葉樹林や低木層の葉内に含まれる窒素や成長量をも同様に増加させる。ヤナギの安定同位体比に遡上区と非遡上区で違いが見られなかったのは、ハンノキとの混生が要因であることも考えられる。そのような場合、シロザケ、ギンザケ、カラフトマスが遡上する河川と非遡上の河川に植生するハンノキはサケの栄養添加の影響は受けず、ほぼ同じ値を示す (Helfield and Naiman 2001)。今回のハンノキの分析結果と比較すると、やはりルシャ川とオペケブ川のハンノキ葉内の安定同位体比には大きな違いは見られなかった。このことは、ルシャ川における調査地に生育するハンノキはサケ類の遡上の影響を受けていないことを示唆しているのかもしれない。

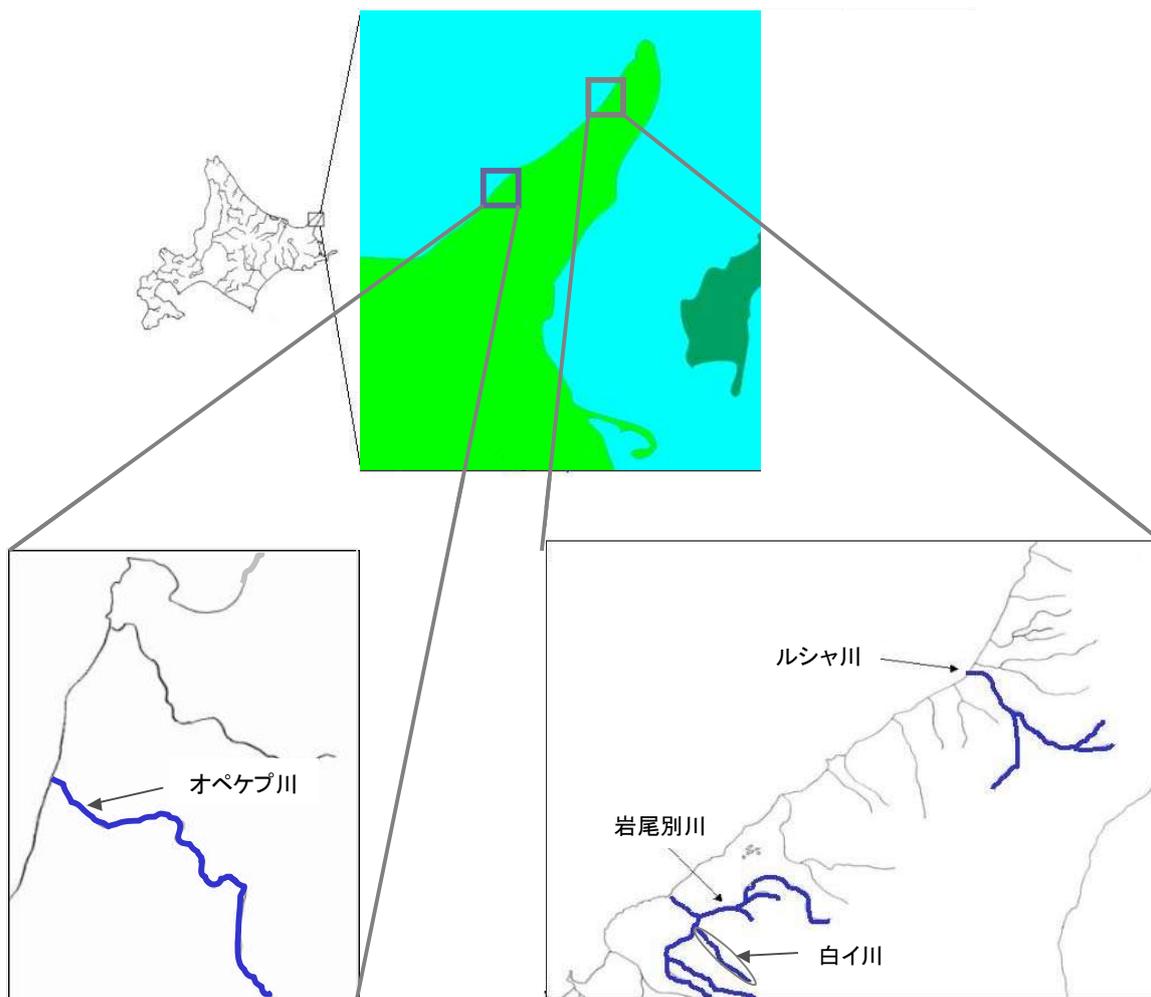


図 1. 知床半島ルシャ川、岩尾別川およびオペケプ川とその周辺図.



図2. ハヤートラップ設置場所

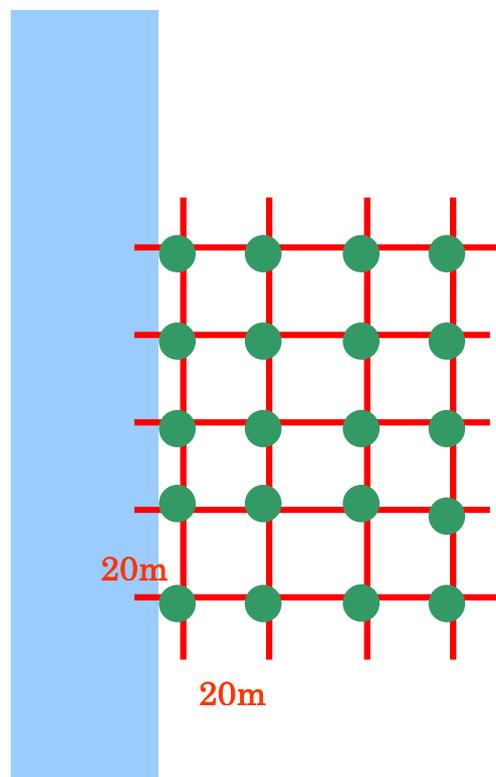


図3. ヤナギ葉の採集区域

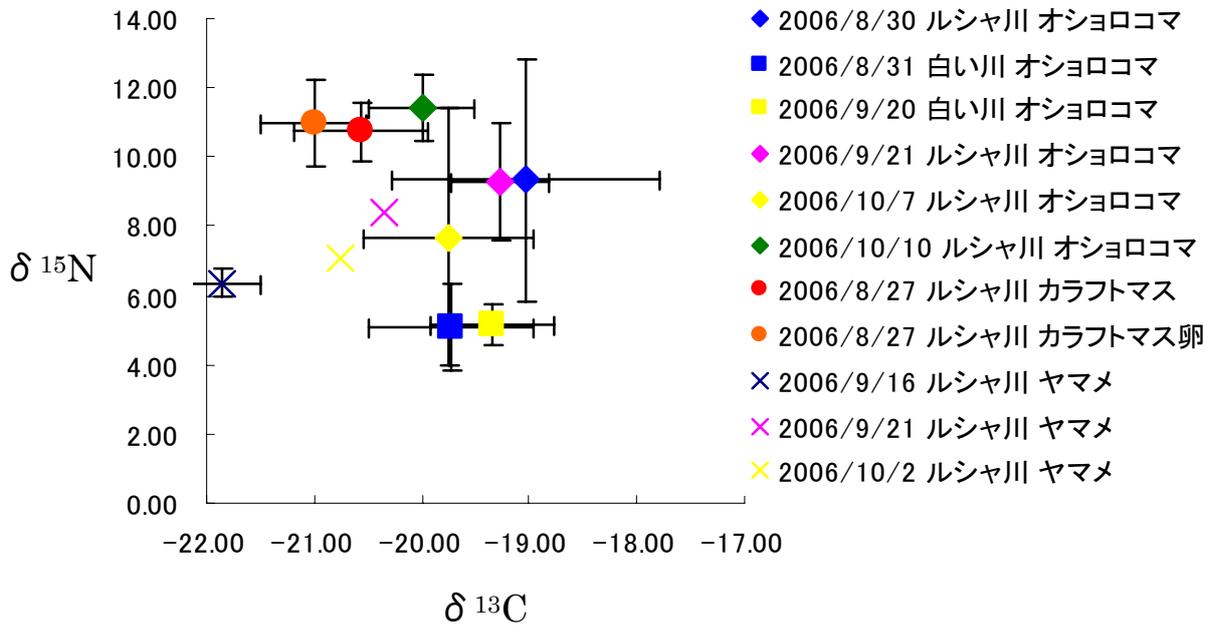


図 4. 知床半島河川における魚類の安定同位体比

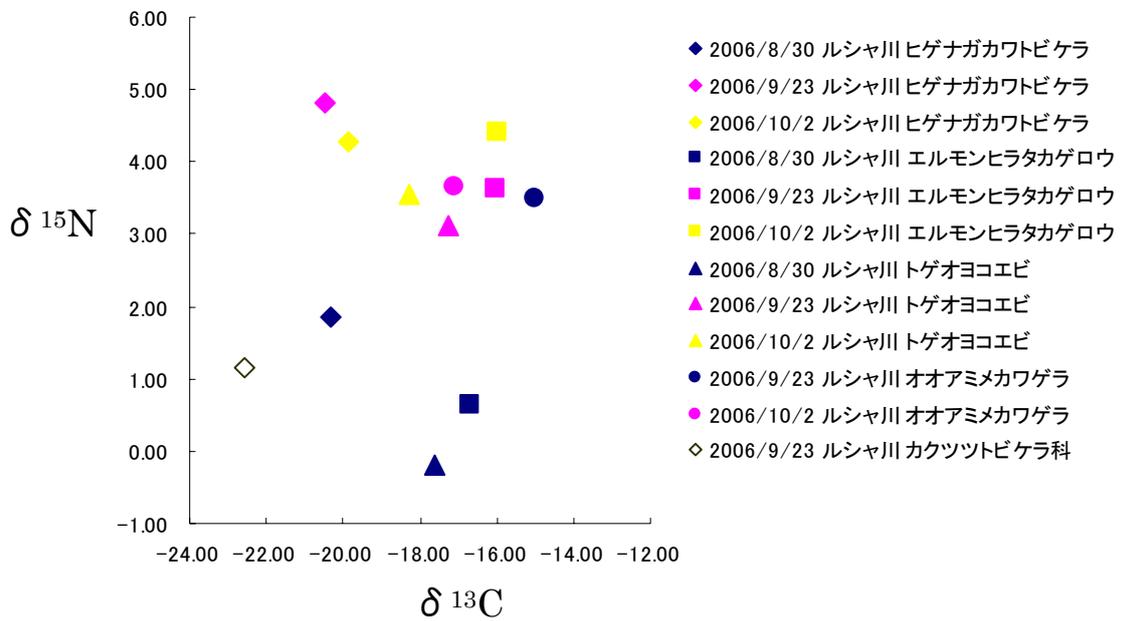


図 5. ルシャ川における水生昆虫の安定同位体比

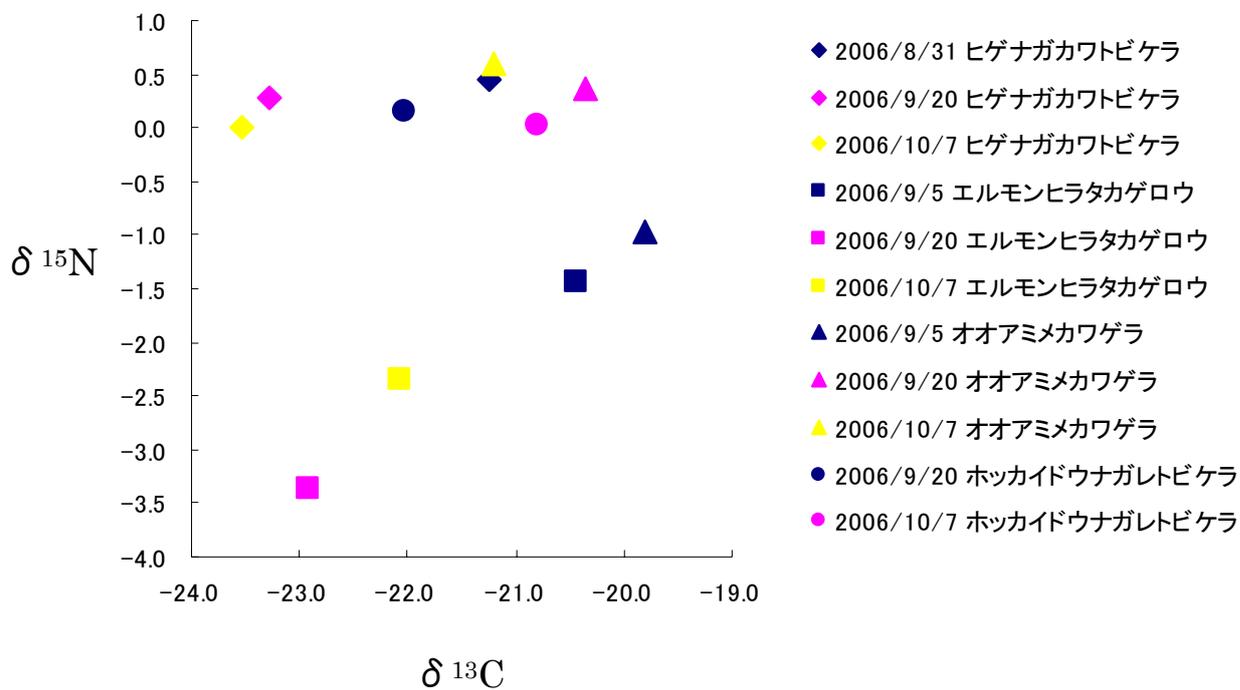


図 6. 白イ川における水生昆虫の安定同位体比

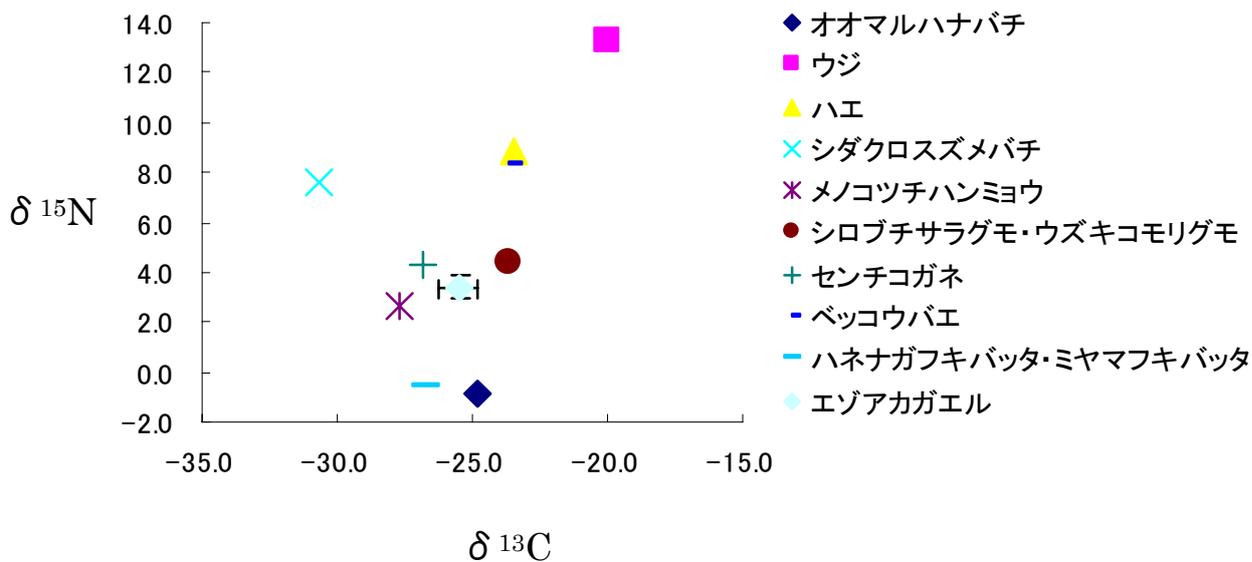


図 7. ルシャ川における陸生昆虫・両生類の安定同位体比

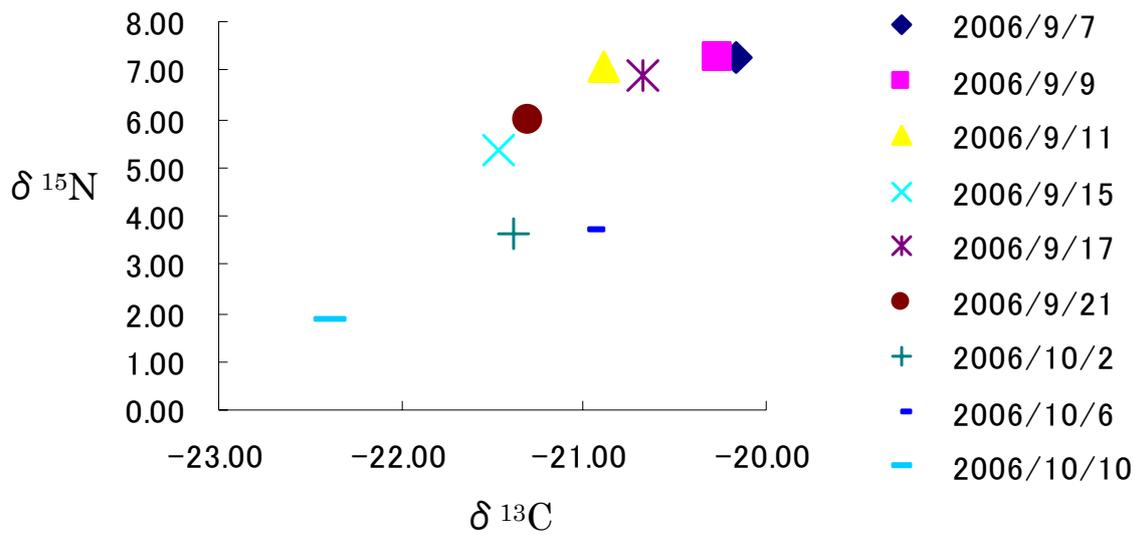


図 8. 従来法によるヒグマ不明個体の安定同位体比

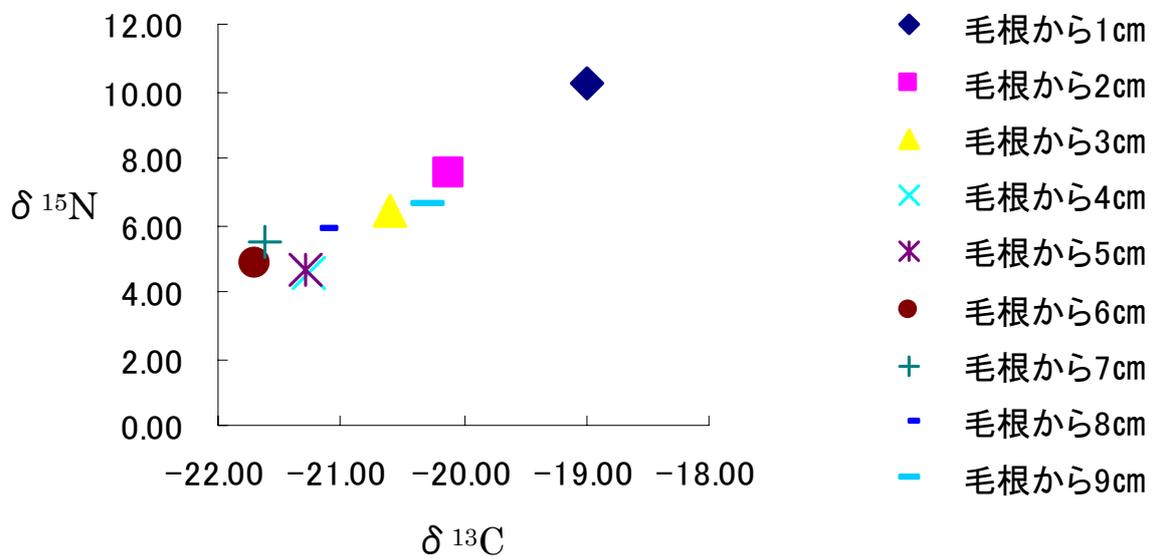


図 9. GSA 法によるヒグマ不明個体の安定同位体比

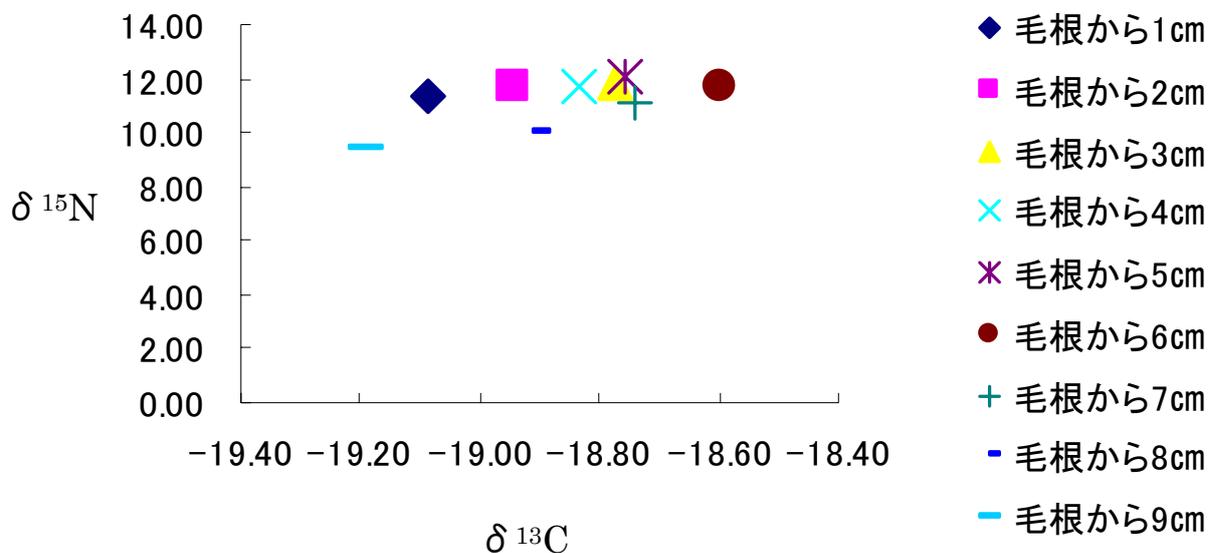


図 10. GSA 法によるヒグマ 060901B-1 の安定同位体比.

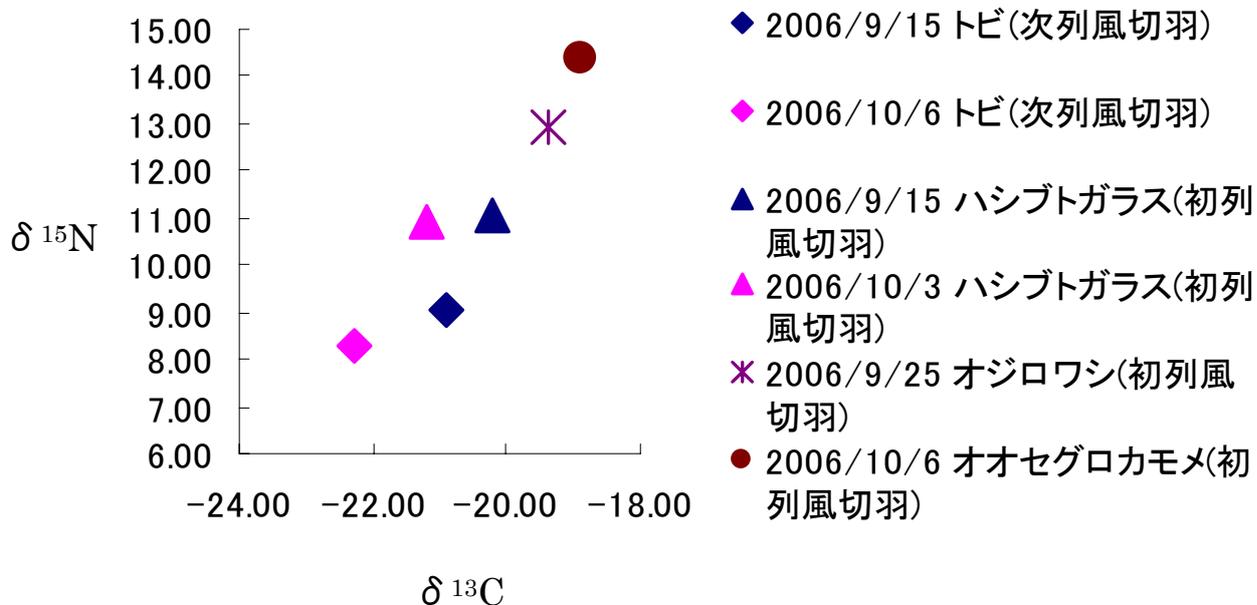


図 11. 従来法による鳥類の安定同位体比.

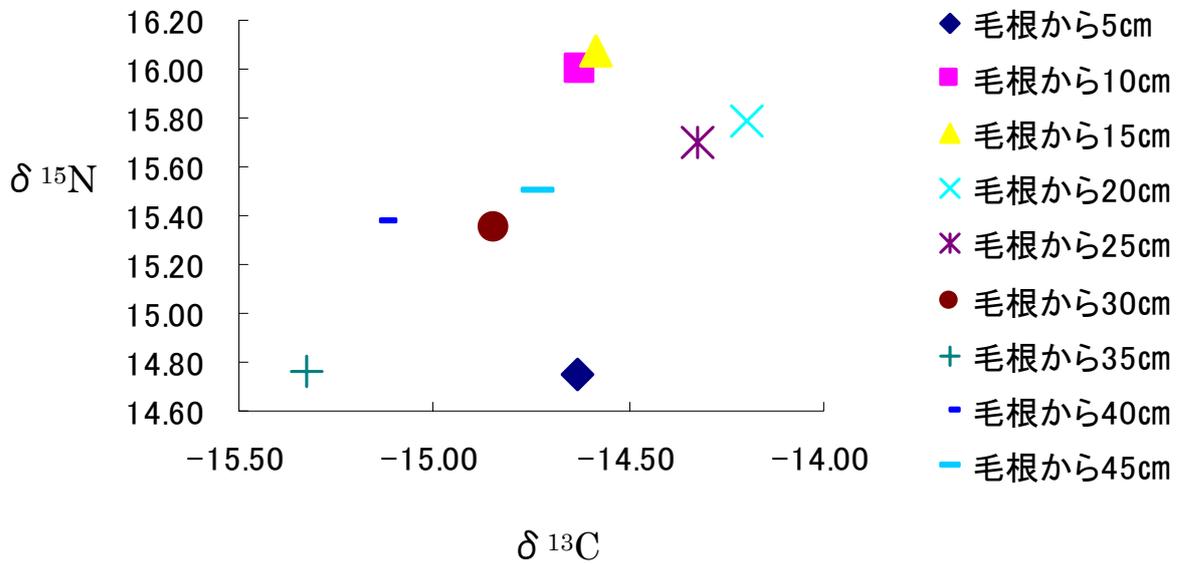


図 12. GSA 法によるオジロワシ羽毛の安定同位体比.

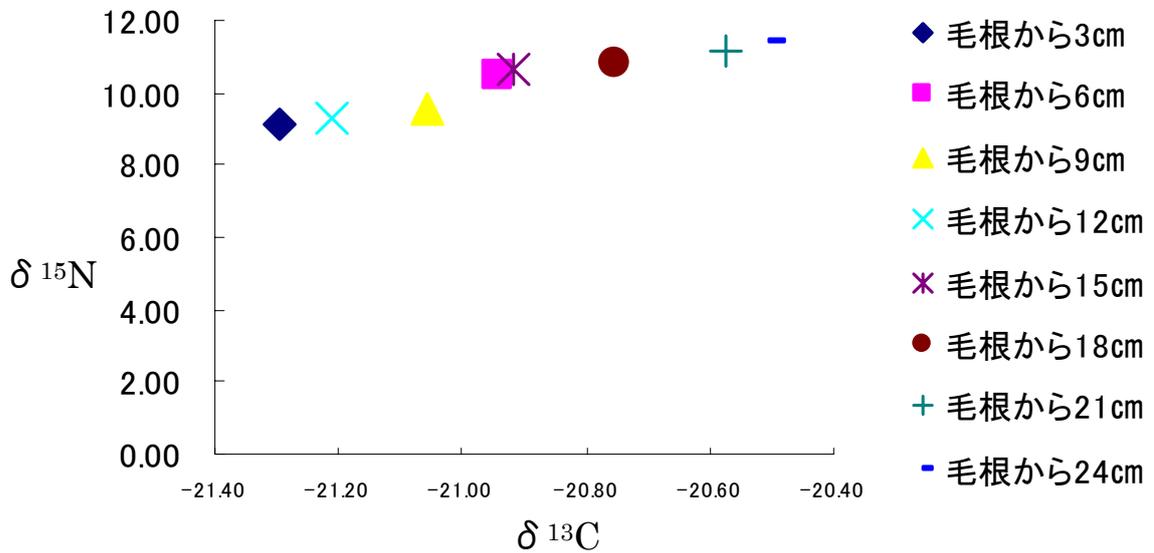


図 13. GSA 法によるハシブトガラス羽毛の安定同位体比.

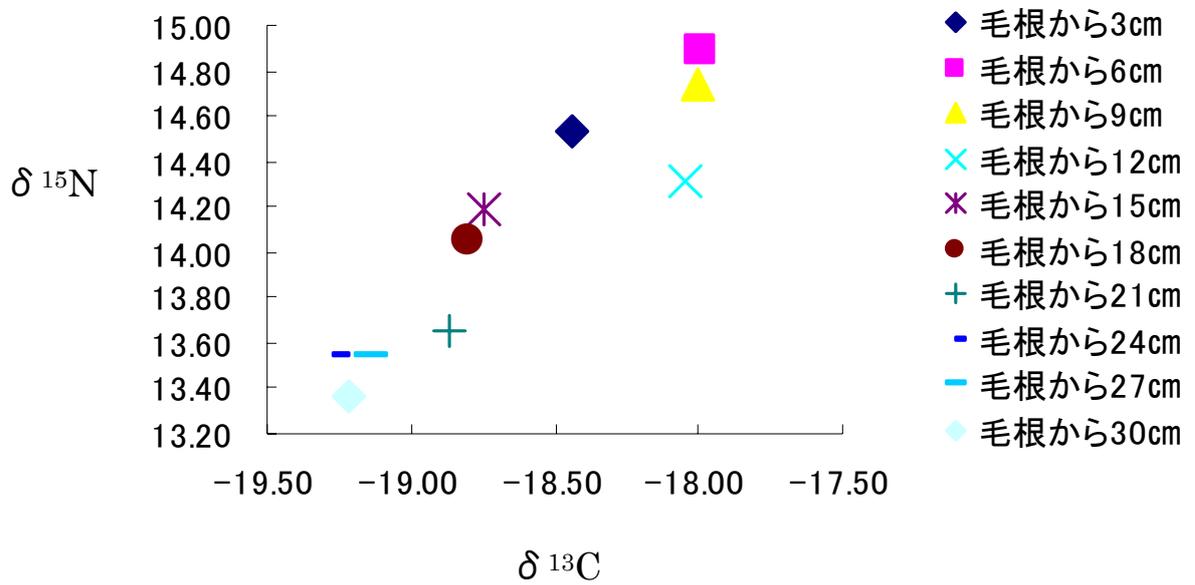


図 14. GSA 法によるオオセグロカモメ羽毛の安定同位体比

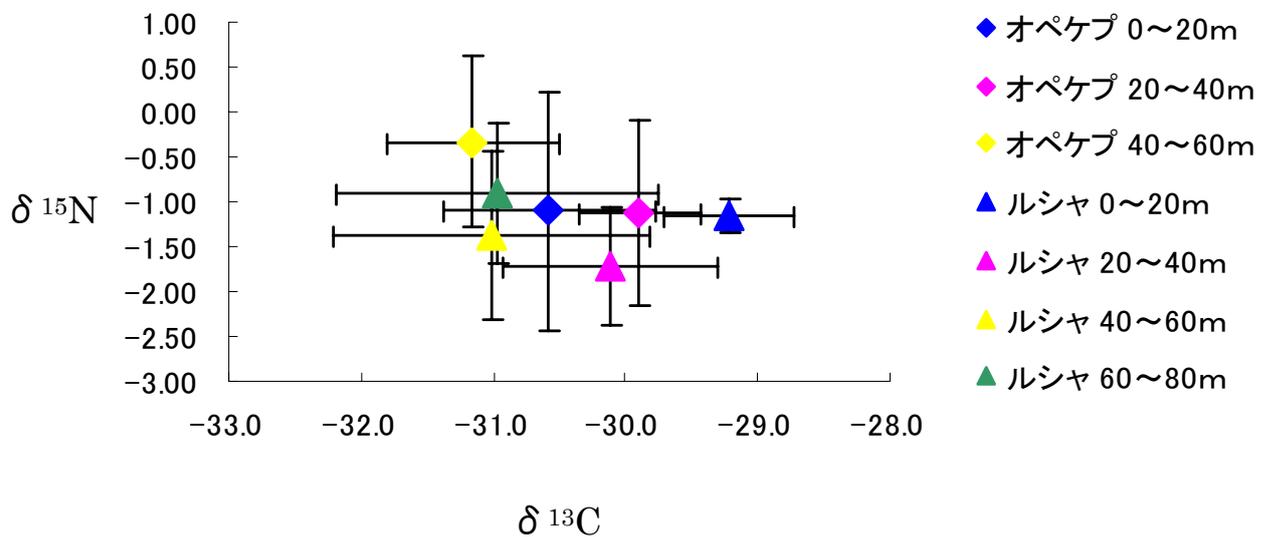


図 15. オペケプ川およびルシヤ川河畔ヤナギの安定同位体比

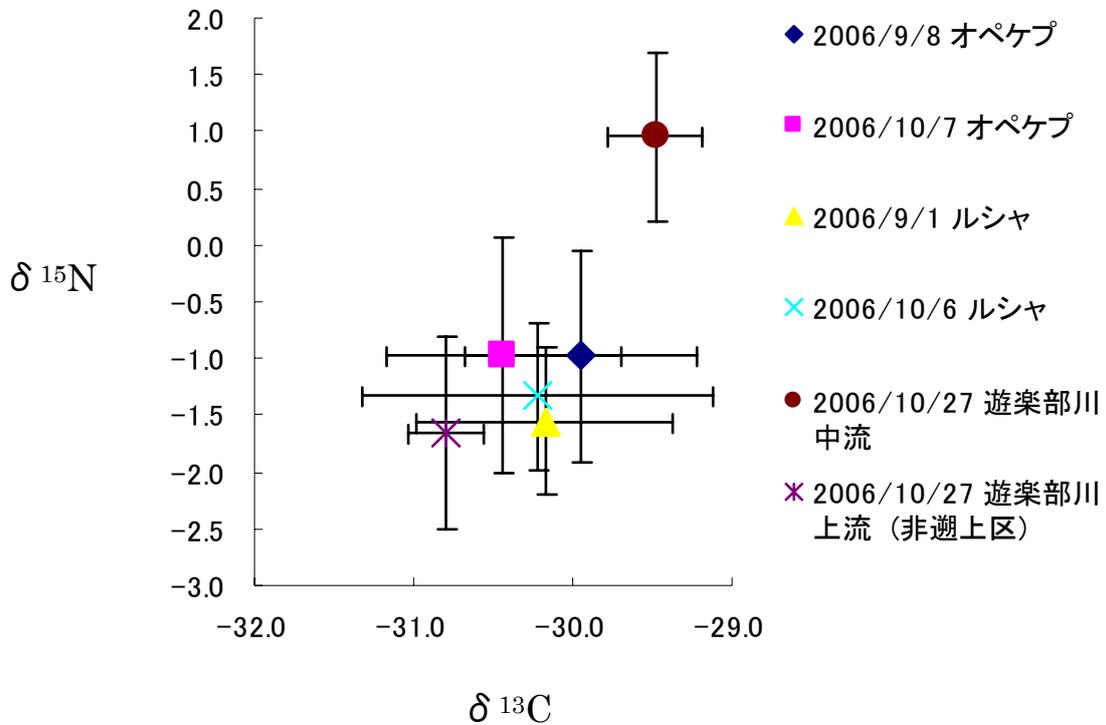


図 16. オペケプ川，ルシヤ川および遊楽部川河畔ヤナギの安定同位体比

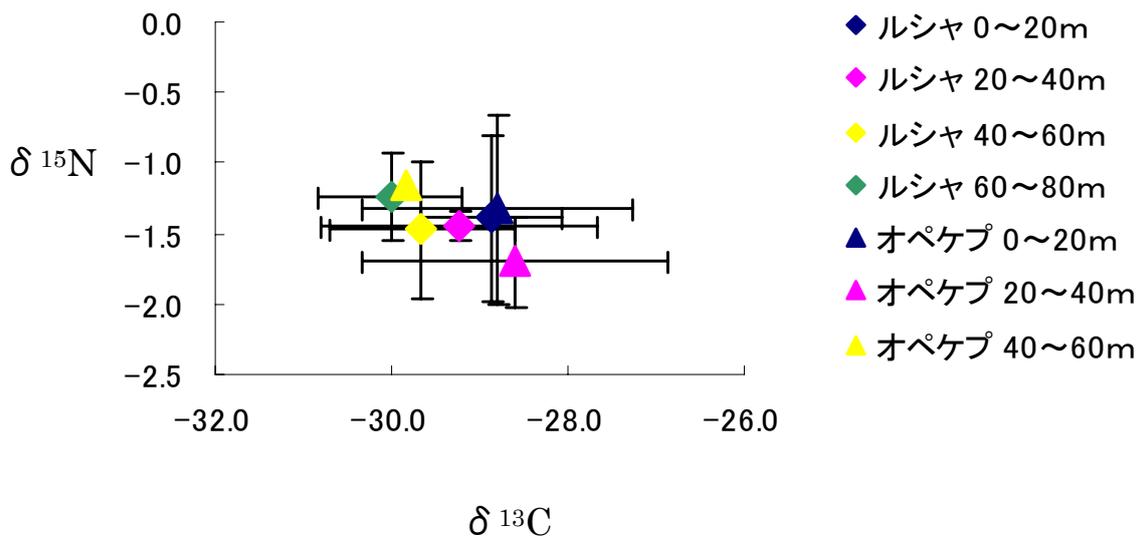


図 17. オペケプ川およびルシヤ川河畔ハンノキの安定同位体比.

5. 引用文献

- Bilby, R. E., B. R. Fransen, and P. A. Bisson. 1996. Incorporation of nitrogen and carbon from spawning coho salmon into the trophic system of small streams: evidence from stable isotopes, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 53: 164-173.
- Cenderholm, C. J., D. B. Houston and D. L. Cole, W. J. Scarlett. 1989. Fate of coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) carcasses in spawning streams. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 46: 1347-1355.
- Helfield, J. M. and R. J. Naiman, 2001. Effect of salmon-derived nitrogen on riparian forest growth and implications for stream productivity. *Ecology*, 82: 2403-2409.
- Helfield, J. M. and R. J. Naiman, 2002. Salmon and alder as nitrogen sources to riparian forests in a boreal Alaskan watershed, *Oecologia*, 133: 573-582.
- Hilderbrand, G. V., S.D. Farley, C.T. Robbins, T.A. Hanley, K. Titus, and C. Servheen. 1996. Use of stable isotopes to determine diets of living and extinct bears. *Canadian Journal of Zoology*, 74: 2080 -2088.
- Hilderbrand, G. V., C.C. Schwartz, C.T. Robbins, M.E. Jacoby, T.A. Hanley, S.M. Arthur, and C. Servheen. 1999a. The important of meat, particularly salmon, to body size, population productivity, and conservation of North American brown bears. *Canadian Journal of Zoology*, 77: 132 -138.
- Hilderbrand, G. V, T. A. Hanley, C. T. Robbins, and C. C. Schwartz. 1999b. Role of brown bears (*Ursus arctos*) in the flow of marine nitrogen into a terrestrial ecosystem. *Oecologia*, 121:540-550.
- Hocking, M. D. and T. E. Rreimchen. 2002. Salmon-derived nitrogen in terrestrial invertebrates from coniferous forests of the Pacific Northwest, *BMC Ecology*, 2: 1-14.
- Kaeriyama, M., M. Nakamura, R. Edpalina, J. R. Bower, H. Yamaguchi, R. V. Walker, and K. W. Myers. 2004. Change in feeding ecology and trophic dynamics of Pacific salmon (*Oncorhynchus* spp.) in the central Gulf of Alaska in relation to climate events. *Fish. Oceanogr.*, 13: 197-207.
- Mizukami, R., M. Goto, S. Izumiyama, H. Hayashi, and M. Yoh. 2005. Estimation of feeding history by measuring carbon and nitrogen stable isotope ratios in hair of Asiatic black bears. *Ursus*, 16: 93-101.
- Minagawa, M. and E. Wada. 1984. Stepwise enrichment of ^{15}N along food chain: further evidence and the relation between $\delta^{15}\text{N}$ and animal age. *Geochim. Cosmochim. Acta*. 48: 1135-1140.
- 長坂晶子・長坂有. 2004. 遡河性魚類由来の栄養が河川水質および河畔植物に及ぼす影響, 科学総合研究所年報 第23巻
- 塚田英晴, 1994. 知床国立公園におけるキタキツネの生態およびその自然教育への活用に関する調査報告書, 知床博物館研究報告所 15: 63-83.
- Thompson, D. R., and R. W. Furness. 1995. Stable-isotope ratios of carbon and nitrogen in feathers

indicate seasonal dietary shifts in northern Fulmars, *The Auk*, 112: 493-498.

Wipfli, M. S., J. Hudson and J. Caouette. 1998. Influence of salmon carcasses on stream productivity: response of biofilm and benthic macroinvertebrates in southeastern Alaska, U.S.A. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 55: 1503-1511.

知床沿岸における浅海域の生物相調査

I. 魚類相

矢部 衛¹・楠目祐子¹・鶴岡 理¹・野別貴博²

1. 北海道大学大学院水産科学院、2. 財団法人 知床財団

1. はじめに

知床半島はオホーツク海の南端に位置し、その周辺海域は、寒冷な千島海流（親潮）の恒常的な影響下のもと、冬期には流氷に覆われ海面結氷する一方で、夏期には宗谷海峡を経て南下する対馬暖流の分流（宗谷暖流）の影響を受けるため、季節により海況が著しく変動し、海水温の周年変化は-1.7～20.5℃（水深 50m）で推移する。また、知床半島の海岸線は半島基部に砂浜域があるが、その大部分が岩礁域からなり、特に半島先端付近は急峻な斜面が深海底に直接落ち込んでいる。このような特異な水圏環境は、魚類をはじめとする海産生物の著しい種多様性を育んでいると考えられる。魚類にとって知床半島周辺は寒冷水性魚類と温暖水性魚類が季節により交錯する分布境界にあたり、また、ごく沿岸域に深海性魚類が出現する特異な海域である。一方で、北半球では流氷に覆われる南限域にあたる知床半島周辺は、気候変化の影響が生物相に敏感かつ顕著に現れる海域と見なされる。

知床半島周辺海域の魚類相については、1994 年からの 3 年間の生息調査をもとに野別ほか（1998）が 23 目 63 科 201 種の魚類を確認し、また中川・野別（2003）は知床半島および沿岸域の魚類として 29 目 79 科 255 種を挙げた。これらの調査から知床半島周辺に生息する魚類はその約 75%が寒冷水性の魚種であることが明らかにされた。しかし、これら調査では漁業混獲魚種を中心に採集を行い、浅海岩礁域の調査は知床半島の主にオホーツク海側において行われたため、年間を通じて千島海流の影響をより強く受ける知床半島の根室海峡側の魚類の情報や、漁具の使用ができない浅海岩礁に生息する魚類の情報が不足し、その後においても、知床半島根室海峡側の浅海岩礁域から潜水調査によりカジカ科の新種ラウスカジカが発見される（Tsuruoka et al., 2006）など知床半島周辺の特に浅海域の魚類の種多様性は、未記載種の存在の可能性を含め、十分に把握されているとは言い難い。また、先の調査の後の約 10 年間において知床半島周辺海域では、冬期の海面凍結期間の短縮、オホーツク海側浅海の高藻群落の衰退等など温暖化の影響と思われる海況の変化が現れてきており、このような海況の変動は知床半島周辺に生息する魚類にも大きく影響しているものと考えられる。

本調査は、これらの状況をふまえて、知床半島全域の海産魚類の種多様性の現状を精査・解

明し、世界自然遺産として登録された知床半島周辺海域の生態系の保全と持続的漁業の共存に向けての海域管理計画策定ための基礎資料を得ることを目的として実施された。

2. 実施状況

2006年度の浅海魚類相調査は夏期（7月）と秋期（11月）の2回実施された。

調査場所（図1）

北海道目梨郡羅臼町および斜里郡斜里町

相泊、化石浜、船泊、二本滝（羅臼町）

知床岬、アブラコ湾、文吉湾、獅子岩、大鱗番屋、チャシコツ崎（斜里町）

採集対象：潮間帯および潮下帯に棲息する魚類の各種40個体

採集器具：タモ網、三角網、地引き網、潜水具

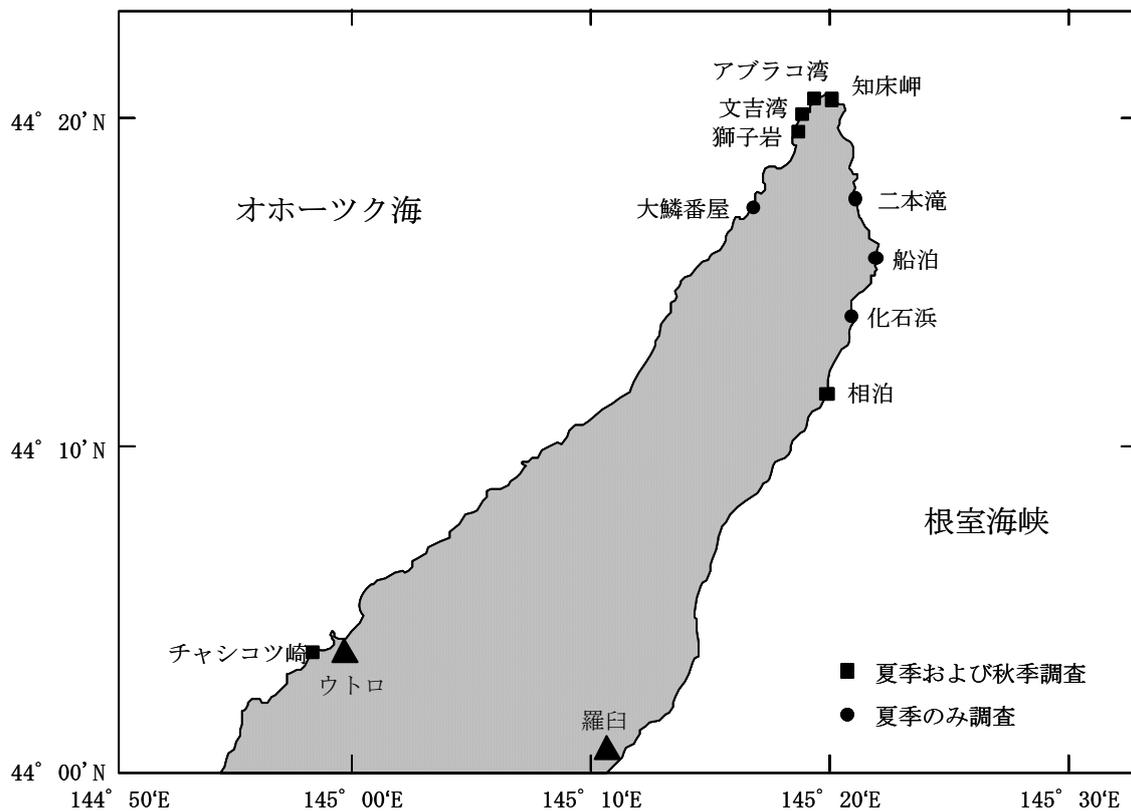


図1. 2006年調査地点

1) 夏期調査

調査期間：2006年7月21日～30日（10日間）

調査員：矢部 衛・鶴岡 理・楠目祐子・八幡知基・山本みつ美（北大）

野別貴博・熊谷恵美（知床財団）

調査日程（採集調査は午前中）

- 7月21日：ウトロ集合
- 7月22日：相泊（44° 11.50'N、145° 19.70'E、水温 13.2℃）
- 7月23日：化石浜（44° 14.37'N、145° 20.85'E、水温 13.5℃）
- 7月24日：船泊（44° 15.93'N、145° 21.95'E、水温 13.1℃）
- 7月25日：二本滝（44° 17.81'N、145° 20.98'E、水温 14.8℃）
- 7月26日：知床岬・アブラコ湾（44° 20.67'N、145° 19.64'E、水温 17.4℃）

- 7月27日：獅子岩（44° 19.97'N、145° 18.96'E、水温 19.1℃）
文吉湾（44° 20.09'N、145° 18.85'E、水温 19.1℃）
大鱗番屋（44° 17'N、145° 16'E）
- 7月28日：チャシコツ崎（44° 04.13'N、144° 58.63'E、水温 18.9℃）
- 7月29日：チャシコツ崎
- 7月30日：ウトロ解散

使用船舶

- トド丸（相泊～調査地間の移動）
- オコツク丸（岬先端部～ウトロへの移動）

2) 秋期調査

調査期間：2006年11月3日～11日（9日間）

調査員：矢部 衛・鶴岡 理・田城文人・笹原良平（北大）

野別貴博・熊谷恵美（知床財団）

調査日程（採集調査は午後6時から10時）

- 11月3日：ウトロ集合
- 11月4日：アブラコ湾（44° 20.67'N、145° 19.64'E、水温 8.1℃）
- 11月5日：獅子岩（44° 19.92'N、145° 18.86'E、水温 9.7℃）
- 11月6日：羅臼（悪天候・待機）
- 11月7日：相泊（44° 11.45'N、145° 19.72'E、水温 10.3℃）
- 11月8日：ウトロ（悪天候・待機）
- 11月9日：チャシコツ崎（44° 04.07'N、144° 58.61'E、水温 11.1℃）
- 11月10日：ウトロ（標本、機材整理）
- 11月11日：ウトロ解散

使用船舶

オコツク丸（岬先端部ーウトロへの移動）

3. 結果

知床半島浅海域における 2006 年の現地調査の結果、以下の出現種リストに示す 7 目 18 科 59 種の魚類の生息を確認した。これらの中には中川・野別 (2003)には記録がなく、知床半島初記録種と見なされる魚類が 10 種含まれている。また、未同定の 3 種は未記載種の可能性が高いため、現在研究を進めている。各調査地点の出現種については表 1 に示す。なお、出現種リストの高位分類体系は Nelson (2006)および Imamura and Yabe (2002)に従った。

出現種リスト

| | |
|--|-----------|
| OSMERIFORMES | キュウリウオ目 |
| Osmeridae | キュウリウオ科 |
| <i>Hypomesus japonicus</i> (Brevoort) | チカ |
| SALMONIFORMES | サケ目 |
| Salmonidae | サケ科 |
| <i>Oncorhynchus gorbuscha</i> (Walbaum) | カラフトマス |
| <i>Oncorhynchus keta</i> (Walbaum) | サケ |
| GASTEROSTEIFORMES | トゲウオ目 |
| Gasterosteidae | トゲウオ科 |
| <i>Gasterosteus aculeatus</i> (Linnaeus) | イトヨ |
| Hypoptychidae | シワイカナゴ科 |
| <i>Hypoptychus dybowskii</i> Steindachner | シワイカナゴ |
| MUGILIFORMES | ボラ目 |
| Mugilidae | ボラ科 |
| <i>Chelon haematocheilus</i> (Temminck & Schlegel) | メナダ |
| PERCIFORMES | スズキ目 |
| Sebastidae | メバル科 |
| <i>Sebastes schlegelii</i> Hilgendorf | クロソイ |
| <i>Sebastes taczanowskii</i> (Steindachner) | エゾメバル |
| <i>Sebastes trivittatus</i> Hilgendorf | シマゾイ |
| Bathymasteridae | メダマウオ科 |
| <i>Bathymaster derjugini</i> Lindberg | スミツキメダマウオ |

| | |
|--|-----------|
| Zoarcidae | ゲンゲ科 |
| <i>Hadropareia middendorffii</i> Schmidt | イワゲンゲ |
| <i>Hadropareia</i> sp. | イワゲンゲ属の1種 |
| <i>Zoarces elongates</i> Kner | ナガガジ |
| Stichaeidae | タウエガジ科 |
| <i>Alectrias alectrolophus</i> (Pallas) | キタムシャギンポ |
| <i>Alectrias benjamini</i> Jordan & Snyder | ムシャギンポ |
| <i>Alectrias cirratus</i> Lindberg | ヒゲキタノトサカ |
| <i>Chirolophis japonicus</i> Herzenstein | フサギンポ |
| <i>Ernogrammus hexagrammus</i> (Temminck & Schlegel) | ムスジガジ |
| <i>Neozarces steindachneri</i> Jordan & Snyder | ハナイトギンポ |
| <i>Opisthocentrus ocellatus</i> (Tilesius) | ガジ |
| <i>Opisthocentrus tenuis</i> Bean & Bean | ハナジロガジ |
| <i>Opisthocentrus zonope</i> Jordan & Snyder | オキガズナギ |
| <i>Pholidapus dybowskii</i> (Steindachner) | ムロランギンポ |
| <i>Pseudalectrias tarasovi</i> (Popov) | ニセキタノトサカ |
| <i>Stichaeopsis nana</i> Kner | ゴマギンポ |
| <i>Stichaeopsis</i> sp. | ゴマギンポ属の1種 |
| <i>Stichaeus ochriamkini</i> (Taranetz) | キタタウエガジ |
| <i>Stichaeus punctatus</i> (Fabricius) | ニセタウエガジ |
| Pholidae | ニシキギンポ科 |
| <i>Pholis ornata nea</i> (Peden & Hughes) | アヤギンポ |
| <i>Pholis picta</i> (Kner) | ニシキギンポ |
| <i>Rhodymenichthys dolichogaster</i> (Pallas) | ハコダテギンポ |
| Hexagrammidae | アイナメ科 |
| <i>Hexagrammos lagocephalus</i> (Pallas) | ウサギアイナメ |
| <i>Hexagrammos octogrammus</i> (Pallas) | スジアイナメ |
| Hemipteridae | ケムシカジカ科 |
| <i>Blepsias bilobus</i> Cuvier | ホカケアナハゼ |
| <i>Blepsias cirrhosus</i> (Pallas) | イソバテング |
| Cottidae | カジカ科 |
| <i>Argyrocottus zanderi</i> Herzenstein | イトヒキカジカ |
| <i>Bero elegans</i> (Steindachner) | ベロ |
| <i>Enophrys diceraus</i> (Pallas) | オニカジカ |
| <i>Gymnocanthus herzensteini</i> Jordan & Starks | ツマグロカジカ |

| | |
|---|-----------|
| <i>Gymnocanthus intermedius</i> (Temminck & Schlegel) | アイカジカ |
| <i>Icelinus pietschi</i> Yabe, Soma & Amaoka | ヒメフタスジカジカ |
| <i>Myoxocephalus brandti</i> (Steindachner) | シモフリカジカ |
| <i>Myoxocephalus polyacanthocephalus</i> (Pallas) | トゲカジカ |
| <i>Myoxocephalus stelleri</i> Tilesius | ギスカジカ |
| <i>Porocottus allisi</i> (Jordan & Starks) | フサカジカ |
| <i>Porocottus tentaculatus</i> (Kner) | イトフサカジカ |
| <i>Porocottus</i> sp. | クロカジカ属の1種 |
| <i>Radulinopsis derjavini</i> Soldatov & Lindberg | ヤセカジカ |
| Agonidae | トクビレ科 |
| <i>Bothragonus occidentalis</i> Lindberg | サイトクビレ |
| <i>Hypsagonus proboscidalis</i> (Valenciennes) | アツモリウオ |
| <i>Pallasina barbata</i> (Steindachner) | ヤギウオ |
| Cyclopteridae | ダンゴウオ科 |
| <i>Aptocyclus ventricosus</i> (Pallas) | ホテイウオ |
| Liparidae | クサウオ科 |
| <i>Liparis agassizii</i> Putnam | エゾクサウオ |
| <i>Liparis frenatus</i> (Gilbert & Burke) | カンテンビクニン |
| <i>Liparis miostomus</i> Matsubara & Iwai | コクチクサウオ |
| Gobiidae | ハゼ科 |
| <i>Acanthogobius lactipes</i> (Hilgendorf) | アシシロハゼ |
| <i>Luciogobius guttatus</i> Gill | ミミズハゼ |
| PLEURONECTIFORMES | カレイ目 |
| Pleuronectidae | カレイ科 |
| <i>Pleuronectes schrenki</i> (Schmidt) | クロガシラガレイ |
| TETRAODONTIFORMES | フグ目 |
| Tetraodontidae | フグ科 |
| <i>Takifugu porphyreus</i> (Temminck & Schlegel) | マフグ |

表 1. 2006 年の調査における各調査点での出現魚種（目視にて確認したサケ科魚類を除く）

| 和名 | 根室海峡側 | | | | オホーツク海側 | | | | | |
|-----------|-------|-----|----|-----|---------|-------|-----|-------|------|-------|
| | 相泊 | 化石浜 | 船泊 | 二本滝 | 知床岬 | アブラコ湾 | 文吉湾 | 獅子岩付近 | 大鱗番屋 | チャシコツ |
| チカ | - | - | - | - | - | - | ○ | - | - | - |
| メナダ | - | - | - | - | - | - | - | - | - | ○ |
| イトヨ | - | - | - | - | - | - | - | ○ | - | ○ |
| シロイカナゴ | - | - | - | - | - | ○ | - | - | - | ○ |
| クロソイ | - | - | ○ | - | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | - |
| エゾメバル | ○ | ○ | ○ | ○ | - | ○ | ○ | ○ | - | - |
| シマソイ | - | - | - | - | - | - | ○ | - | - | - |
| スミツキメダマウオ | - | - | - | - | - | - | - | - | ○ | - |
| イワゲンゲ | ○ | ○ | - | ○ | - | - | - | - | ○ | - |
| イワゲンゲ属の1種 | - | - | - | ○ | - | ○ | ○ | - | - | - |
| ナガガジ | ○ | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| キタムシャギンボ | - | ○ | ○ | ○ | - | ○ | ○ | ○ | - | ○ |
| ムシャギンボ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | - | ○ |
| ヒゲキタノトサカ | - | - | - | - | - | ○ | ○ | ○ | - | - |
| フサギンボ | - | ○ | - | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | - | ○ |
| ムスジガジ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | - | ○ |
| ハナイトギンボ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ガジ | - | - | - | - | - | - | ○ | - | ○ | - |
| ハナジロガジ | - | ○ | - | - | - | ○ | - | ○ | - | - |
| オキカズナギ | - | - | ○ | - | - | - | ○ | - | - | ○ |
| ムロランギンボ | ○ | - | - | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | - |
| ニセキタノトサカ | - | ○ | ○ | ○ | - | ○ | - | ○ | - | - |
| ゴマギンボ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | - | ○ |
| ゴマギンボ属の1種 | ○ | ○ | ○ | ○ | - | - | - | - | - | - |
| キタタウエガジ | - | - | - | - | - | - | ○ | - | - | ○ |
| ニセタウエガジ | ○ | ○ | - | - | - | - | - | - | - | ○ |
| ニシキギンボ | - | - | - | - | - | - | - | ○ | - | ○ |
| アヤギンボ | - | - | ○ | - | - | - | - | - | - | - |
| ハコダテギンボ | ○ | ○ | ○ | ○ | - | - | - | - | - | - |
| スジアイナメ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ウサギアイナメ | - | ○ | - | - | - | ○ | ○ | - | - | - |
| イソバテング | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | - | ○ |
| ホカケアナハゼ | - | - | - | - | ○ | - | - | - | - | ○ |
| イトヒキカジカ | - | - | - | - | - | ○ | - | - | - | ○ |
| ペロ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| オニカジカ | ○ | ○ | ○ | - | - | - | ○ | - | ○ | ○ |
| ツマグロカジカ | - | - | - | - | - | - | - | - | ○ | - |
| アイカジカ | - | - | - | - | - | - | - | - | ○ | ○ |
| ヒメフタスジカジカ | - | - | - | ○ | - | - | ○ | - | - | - |
| シモフリカジカ | - | - | - | - | - | - | - | ○ | - | - |
| トゲカジカ | - | - | - | ○ | - | - | ○ | - | ○ | ○ |
| ギスカカジカ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | - | ○ |
| フサカジカ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | - | ○ |
| イトフサカジカ | - | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | - | ○ |
| クロカジカ属の1種 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | - | ○ |
| ヤセカジカ | ○ | - | - | - | - | - | ○ | - | ○ | - |
| サイトクビレ | ○ | - | ○ | ○ | - | ○ | ○ | - | - | ○ |
| アツモリウオ | - | - | - | - | - | - | - | - | ○ | - |
| ヤギウオ | ○ | - | - | ○ | - | ○ | - | ○ | - | ○ |
| ホテウオ | - | ○ | - | ○ | - | - | - | - | - | - |
| エゾクサウオ | - | - | - | - | - | - | ○ | ○ | - | - |
| カンテンビクニン | - | - | - | - | - | ○ | - | - | - | - |
| コクチクサウオ | - | - | ○ | ○ | - | ○ | ○ | - | - | - |
| ミミズハゼ | ○ | ○ | - | - | - | - | - | - | - | ○ |
| アシシロハゼ | - | - | - | - | - | - | - | - | - | ○ |
| クロガシラガレイ | ○ | - | - | - | - | - | - | ○ | ○ | ○ |
| マフダ | - | - | - | - | - | - | - | ○ | - | - |

4. 考察

1) 知床半島浅海域の魚類相の概要

2006 年の現地調査で採集された浅海魚類の分類群構成は 7 目 18 科 59 種である。このうちタウエガジ科が 15 種（全体の 25%）、カジカ科が 13 種（22%）を占め、知床半島の浅海域では典型的な寒冷水性魚類といえるこの 2 科が極めて高い種多様性を示すことが明らかになった。その他にメバル科、ゲンゲ科、ニシキギンボ科、トクビレ科およびクサウオ科がそれぞれ 3 種

(5%) 確認された。種レベルでは目視にとどめたサケ科魚類を除くと、ハコダテギンポ *Rhodymenichthys dolichogaste* (ニシキギンポ科) とギスカジカ *Myoxocephalus stelleri* (カジカ科) が圧倒的に優占的で、スジアイナメ *Hexagrammos octogrammus* (アイナメ科)、フサカジカ *Porocottus allisi* (カジカ科)、ベロ *Bero elegans* (カジカ科)、ムスジガジ *Ernogrammus hexagrammus* (タウエガジ科) などがそれらに次ぐ優占度を示し、これらの魚種は知床半島のほぼ全ての調査点で確認されている。今回の調査で確認された魚種のうち温暖水性と見なせる種はメナダ *Chelon haematocheilus* (ボラ科) とマフグ *Takifugu porphyreus* (フグ科) の2種のみで、他の57種は寒冷水性の魚種であった。また、今回の調査では、ヤセカジカ *Radulinopsis derjavini*、ヒメフタスジカジカ *Icelinus pietschi* (カジカ科)、ヒゲキタノトサカ *Alectrias cirratus* (タウエガジ科) などが潜水調査で局所的に採集されているが、全体的に見て知床半島の根室海峡側とオホーツク海側で魚種組成の顕著な差異は認められていない。

2) 初記録種

今回の調査で、中川・野別 (2003) には記録されていなかった以下の10種の魚種の知床半島での生息を確認した。

① イワゲンゲ *Hadropareia middendorffii* (ゲンゲ科)

本種は知床半島の根室海峡側の相泊、化石浜、二本滝およびオホーツク海側の大鱗番屋付近の岩礁帯で、干潮時に干上がった大石の下から多数採集された。本種の従来の記録は、オホーツク海の北西部シャンタル諸島からカムチャツカ半島西岸およびサハリン北部とされており、本種の日本での生息が今回初めて確認された (Matyushin, 1989; Anderson, 1994; Takaya, 2005)。

② ヒゲキタノトサカ *Alectrias cirratus* (タウエガジ科)

本種は知床半島先端部のアブラコ湾、文吉湾での潜水調査により2個体が採集された。本種の従来の分布記録は、ロシア沿海州のピーター大帝湾および Vladimir Bay であった (Makushok, 1958; 森田, 2003)。また、未発表ではあるが、本種は2006年に著者らにより北海道渡島半島白尻および宮城県南三陸でも採集されており、これらの記録を含め日本初記録にあたる。

③ ハナジロガジ *Opisthocentrus tenuis* (タウエガジ科)

本種は知床半島先端部のアブラコ湾、獅子岩付近および根室海峡側の船泊から12個体が採集された。本種の従来の記録は、新潟県・岩手県以北、オホーツク海に面する地方を除く北海道とされていた (矢部ほか, 1991; 尼岡ほか, 1997; Hatooka, 2002)。

④ オキカズナギ *Opisthocentrus zonope* (タウエガジ科)

本種はオホーツク海側の文吉湾、チャシコツ崎および根室海峡側の化石浜から8個体が採集された。本種の従来の記録は、千島列島南部、タタール海峡および北海道から朝鮮半島にかけ

での日本海沿岸とされていた (Jordan & Snyder, 1902; 矢部ほか, 1991; 尼岡ほか, 1997)。

⑤ キタタウエガジ *Stichaeus ochriamkini* (タウエガジ科)

本種はオホーツク海側の文吉湾およびチャシコツ崎から2個体が採集された。本種の従来の記録は、北海道渡島半島臼尻、北海道雄武川沖、およびロシア沿海州ピーター大帝湾とされていた (Tarantetz, 1935; Miki & Maruyaka, 1986; Amaoka et al., 1989)。

⑥ ニセタウエガジ *Stichaeus punctatus* (タウエガジ科)

本種は知床半島の根室海峡側の相泊および化石浜から2個体が採集された。本種の従来の記録は、北部日本海、オホーツク海、ベーリング海、北米大陸西岸・北東部、グリーンランド西岸、北極海とされており、北海道知床半島沿岸で撮影された生態写真も報告されている (Shiogaki, 1985; 三木, 1997; Meckenburg & Sheiko, 2004)。

⑦ アヤギンポ *Pholis ornata nea* (ニシキギンポ科)

本種は知床半島の根室海峡側の船泊で採集されたスジアイナメの胃内容物として1個体が採集された。本種の従来の記録は、北海道南部およびサハリン南西部とされていた (Peden & Hughes, 1984; Hatooka, 2002; Takaya, 2005)。

⑧ ヒメフタスジカジカ *Icelinus pietschi* (カジカ科)

本種は知床半島先端部の文吉湾および根室海峡側の二本滝での潜水調査により5個体が採集された。本種の従来の記録は、千島列島択捉島、北海道渡島半島臼尻、積丹半島忍路湾、宮城県女川とされていた (Yabe et al., 2001a; 鶴岡ほか, 2006)。

⑨ ヤセカジカ *Radulinopsis derjavini* (カジカ科)

本種は知床半島のオホーツク海側の文吉湾、大鱗番屋付近および根室海峡側の相泊での潜水調査により7個体が採集された。本種の従来の記録は、北海道渡島半島臼尻、サロマ湖、北海道オホーツク海沿岸、ロシア沿海州ピーター大帝湾とされていた (Yabe & Maruyama, 2001)。

⑩ カンテンビクニン *Liparis frenatus* (クサウオ科)

本種は知床半島先端部のアブラコ湾の藻場タイドプールで3個体が採集された。本種の従来の記録は、北海道沿岸、青森県の日本海側、サハリン西岸および南岸とされていた (Kido, 1988; Takaya, 2005)。

3) 分類学的新知見

a. イワゲンゲ属の1種 *Hadropareia* sp.について

本種は知床半島の根室海峡側の二本滝およびオホーツク海側の大鱗番屋付近の水深 0.5–4.9 m より、4個体 (50.0–95.1 mm SL) が得られた。本種は、腹鰭があること、鰓孔は小さく鰓裂下端は胸鰭基底のほぼ中央に位置すること、擬鰓があること、口蓋骨に歯帯があり鋤骨歯がないこと、鰓膜は広く峡部と癒合すること、鰓条骨数が7であることなどの特徴から、イワゲン

ゲ属 *Hadropareia* に同定される (Anderson, 1994)。本属には、カムチャツカ半島西岸、シャントール諸島およびサハリン北部に生息するイワゲンゲ *H. middendorffii* と、択捉島および色丹島に生息する *H. semisquamata* の2種が知られる (Schmidt, 1904; Matyushin, 1989; Takaya, 2005)。本種は尾部に微小な円鱗が散在することでイワゲンゲとは異なり、*H. semisquamata* に類似する。しかし、本種は *H. semisquamata* より背鰭条数、臀鰭条数、胸鰭条数および脊椎骨数がやや少なく、体側に小白斑が並ぶことでも斑紋がない *H. semisquamata* とは明瞭に識別される。従って、本種はイワゲンゲ属の未記載種であると判断される。なお、本種は函館市臼尻の沿岸からも知られている (鶴岡ほか, 2006)。

b. ゴマギンボ属の1種 *Stichaeopsis* sp. について

Takaya (2005) は、アメガジ *Stichaeopsis epallax* に類似するサハリンおよび択捉島産を、鼻管が短く、鰭条数や脊椎骨数がやや少ないことからゴマギンボ属の1種 *Stichaeopsis* sp. として記載し、未記載種の可能性を示唆した。今回の調査では、知床半島の多くの調査点から Takaya (2005) が報告した *Stichaeopsis* sp. の特徴をもつ魚類を合計 44 個体得た。このゴマギンボ属の未記載種の可能性のある種は知床半島のみならず、サハリンと択捉島の間、北海道オホーツク沿岸にも広く生息する可能性があると考えられる。

c. クロカジカ属の1種 *Porocottus* sp. について

本種は今回の全ての調査点の潮間帯タイドプールから数多くの個体が得られた。本種は、左右の鰓膜は癒合して峡部を横切る皮膜を形成すること、鋤骨歯があり口蓋骨歯がないこと、腹鰭が1棘3軟条からなること、後頭部と第一背鰭の先端に房状の皮弁があることなどの特徴を示すことからカジカ科クロカジカ属に含まれる (Yabe, 1992)。本属魚類は10種が知られているが、知床半島の浅海域にはフサカジカ *P. allisi* とイトフサカジカ *P. tentaculatus* の2種の生息が確認されている (野別ほか, 1998)。本種は体色が著しく黒味を帯び、雄個体は腹部に円形の白色斑が多数あることでこれら2種とは明瞭に異なり、むしろこれらの特徴については千島列島北部に生息するカムチャツカフサカジカ *P. camtschaticus* に最も類似する。しかし、カムチャツカフサカジカは頭部背面の側線感覚孔が少なく、分布パターンも単純であるのに対して、本種は多くの側線感覚孔をもち、分布パターンも複雑化していることで異なる。したがって、本種はクロカジカ属の未記載種である可能性が高い。なお、本種と同種と考えられる個体が択捉島からも確認されている (Yabe et al., 2001b)。

5. 引用文献

- Amaoka, K., K. Nakaya and M. Yabe (1989) Fishes of Usujiri and adjacent waters in southern Hokkaido, Japan. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ., 40: 254-277.
- 尼岡邦夫・仲谷一宏・矢部衛 (1997) 北日本魚類大図鑑. 北日本海洋センター. 札幌.
- Anderson, M. E. (1994) Systematics and osteology of the Zoarcidae (Teleostei: Perciformes). Ichthyol. Bull. J. L. B. Smith Inst. Ichthyol., 60: 1-120.
- Hatooka, K. (2002) Stichaeidae. 1046-1054, 1584 pp. Fishes of Japan with pictorial keys of the species, English edition II (ed. Naikabo, T.). Tokai Univ. Press, Tokyo.
- Imarura, H. and M. Yabe (2002) Demise of the Scorpaeniformes (Actinopterygii: Percomorpha): An alternative phylogenetic hypothesis. Bull. Fish. Sci. Hokkaido Univ., 53: 107-128.
- Jordan, D. S. and Snyder, J. O. (1902) A review of the blennioid fishes of Japan. Proc. U. S. Natl. Mus. 27: 441-504.
- Makushok, V. M. (1958) The morphology and classification of the northern blennioid fishes (Stichaeidae, Blennioidei, Pisces). Proc. Zool. Inst. Acad. Nauk. SSSR., 25: 3-129, figs. 1-83. (In Russian)
- Matyushin, V. M. (1989) A review of the genus *Hadropareia* (Zoarcidae) with description of a new species, *Hadropareia semisquamata* Andriashev et Matjushin sp. nov. from the littoral zone of the Kuril Islands. Voprosy Ikhtiol., 29: 524-531. (In Russian.)
- Meckenburg, C. W. and B. A. Sheiko (2004) Annotated checklists of Fishes. Number 35 Family Stichaeidae Gill 1894 pricklebacks. California Academy of Science, San Francisco, U.S.A.
- 三木 徹 (1997) ニセタウエガジ. 544p. 日本の海水魚 (岡村 収・尼岡邦夫 編). 山と溪谷社. 東京.
- 森田靖子 (2003) ムシャギンポ亜科魚類の分類学的研究. 北海道大学大学院水産科学研究科・修士論文, 64pp.
- 中川秀人・野別貴博 (2003) 知床の海水魚. 142-236 pp. 知床の魚類 (斜里町立知床博物館編). 斜里町・斜里町教育委員会. 斜里.
- Nelson, J. S. (2006) Fishes of the world, fourth edition. Jhon Wiley & Sons, Inc., New York, i-xix+601pp.
- 野別貴博・中川秀人・矢部 衛・仲谷一宏・増田 泰・尼岡邦夫 (1998) 知床半島沿岸域の魚類相. 知床博物館研究報告 19 : 1-22.
- Peden, A. E. and G. W. Hughes (1984) Distribution, morphological variation, and systematic relationship of *Pholis laeta* and *P. ornate* (Pisces: Pholidae) with a description of the related form *P. nea* n. sp. Can. J. Zool. 62: 291-305.
- Schmidt, P. J. (1904) Fishes of the eastern seas of the Russian Empire. Scientific results of the Korea-Sakhalin Expedition of the Emperor Russian Geographical Society 1900-1901. St.

- Petersburg. Fish. East. Seas Russian Empire: i-xi + 1-466, Pls. 1-6. (In Russian.)
- Shiogaki, M. (1985) A new stichaeid fish of the genus *Alectrias* from Mutsu Bay, northern Japan. J. Ichthyol., 32(3): 305-315.
- Takaya, F. (2005) Ichthyofauna in the shallow waters around Sakhalin Island, Russia (サハリン周辺の浅海魚類相に関する研究). 北海道大学大学院水産科学研究科・修士論文, 114pp.
- Taranetz, A. (1935) Some changes in the classification of fishes of the Soviet Far East with notes on their distribution. Vest. Dal'nev. Fil. Akad. Nauk SSSR 89-101. (in Russian with English summary)
- Tsuruoka, O., H. Munehara and M. Yabe (2006) A new cottid species, *Icelus sekii* (Perciformes: Cottoidei) from Hokkaido, Japan. Ichthyol. Res., 53: 47-51.
- 鶴岡 理・矢部 衛・仲谷一宏. 2006. 北海道南部沖の太平洋から得られたゲンゲ科イワゲンゲ属の1未記載種. 2006年度日本魚類学会年会講演要旨: 64.
- 鶴岡 理・阿部拓三・宗原弘幸・矢部 衛 (2006) 北海道および宮城県から記録されたカジカ科魚類ヒメフタスジカジカ *Icelinus pietschi*. 魚類学雑誌 53: 83-87.
- Yabe, M. (1992) A new cottid species, *Porocottus coronatus*, from the Pacific coast of Hokkaido, Japan. Japan. J. Ichthyol., 38: 361-366
- Yabe, M. and S. Maruyama (2001) Systematics of sculpins of the genus *Radulinopsis* (Scorpaeniformes: Cottidae), with the description of a new species from northern Japan and the Russian Far East. Ichthyol. Res. 48: 51-63.
- 矢部 衛・松浦啓一・新井良一 (1991) 北海道北部の海産魚類. 国立科学博物館専報 (24): 117-130.
- Yabe, M., A. Soma and K. Amaoka. (2001a) *Icelinus pietschi* sp. nov. and a rare species, *Sigmistes smithi*, from the southern Kuril Archipelago (Scorpaeniformes: Cottidae). Ichthyol. Res. 48(1): 65-70.
- Yabe, M., A. Soma and K. Amaoka (2001b) New taxa of inshore sculpins from the Kuril archipelago (Osteichthys: Scorpaeniformes: Cottidae). Abstract of the International Symposium on Kuril Island Biodiversity, 34-35. Hokkaido Univ. Museum, Sapporo, May 18-22, 2001.

II. 無脊椎動物相

千葉 晋¹・園田 武¹・野別貴博²

1. 東京農業大学生物産業学部アクアバイオ学科、2. 財団法人 知床財団

はじめに

潮間帯は潮汐の干満によって干出と水没を繰り返す場所であり、そこには海藻や無脊椎動物を中心とした多様な生物が豊富に生息している。一般に、生物群集は非生物的な要因（温度や栄養塩濃度など）と生物的な要因（種内や種間の相互作用）の複雑な因果関係によって決定されている。しかし、潮間帯はそのような複雑な群集構造の成因を比較的検証しやすい場所であると言われ、生物多様性研究などに代表される群集生態学的研究の多くが潮間帯で行われている。

知床半島では、半島の北側（ウトロ側）と南側（羅臼側）で流れる海流が異なり、さらに北側では季節的に暖流と寒流の発達程度が大きく変化する。海流によって水温や栄養塩供給量（すなわち、非生物的な要因）が異なるため、知床半島における潮間帯の生物相も季節ごと、かつまたは場所ごとに複雑な様相を呈している可能性がある。しかし、ちょうど知床半島を中心とするように、オホーツク海沿岸から厚岸以北の太平洋沿岸の一带にかけて、潮間帯の無脊椎動物相の正確な記載は全く行われていない。そのため、知床世界自然遺産登録地域（以下、世界遺産地域）における潮間帯動物相は周辺地域からの推察さえも困難な状況にあると言える。

また、潮間帯は環境モニタリングを行う上でも有用な場所である。たとえば、地球温暖化等による海水温と気温の変動は、まず干満を繰り返す潮間帯に生息する生物に影響する可能性が高い。さらに、平成 18 年 2 月にオホーツク海で起こったような油流出事故が再発した場合、知床沿岸で最も被害を受けるのは潮間帯のはずである。したがって、このような事象の事後評価を行うためにも、現時点での知床の潮間帯の生物相を把握しておくことは急務であろう。

本調査では、まず世界遺産区域における岩礁潮間帯の無脊椎動物相の記載を目的とした。世界遺産区域の多くは断崖となっているため、多様な生物の出現が期待されるのは岩礁潮間帯である。そこで、我々は軟体動物門（貝類）、節足動物門（甲殻類）、棘皮動物門、刺胞動物門に属すると予想される動物を対象に、可能な限り種レベルでの同定を行った。さらに、世界遺産区域における地域ごとの種の多様性の評価を目的として、コドラート（50 × 50 cm の方形枠）を用いた定量調査も行った。本年度は主としてコドラート内に出現した貝類の同定を行ったので、その結果をここに報告する。

調査方法

本調査は2006年7月21日から30日（以下、夏季調査）、11月3日から8日および11月21日から22日（以下、冬季調査）に行った。調査にあたり、海流を考慮して、世界遺産区域を大きくウトロ、半島先端、羅臼の3つの地域に区分した（図1）。その地域の中から調査地として、夏季調査ではウトロではチャシコツ崎（ $44^{\circ} 04' 04.7\text{N}$ 、 $144^{\circ} 58' 38.2\text{E}$ ）および大鱗番屋（ $44^{\circ} 17' 30.7\text{N}$ 、 $145^{\circ} 16' 53.0\text{E}$ ）を、半島先端では文吉湾（ $44^{\circ} 20' 07.4\text{N}$ 、 $145^{\circ} 18' 59.0\text{E}$ ）および知床岬（ $44^{\circ} 20' 29.0\text{N}$ 、 $145^{\circ} 20' 15.8\text{E}$ ）のそれぞれ2調査地を選定した。さらに、羅臼では上陸可能な岩礁海岸が比較的多かったことから、二本滝（ $44^{\circ} 18' 19.5\text{N}$ 、 $145^{\circ} 20' 52.4\text{E}$ ）、船泊（ $44^{\circ} 16' 05.9\text{N}$ 、 $145^{\circ} 21' 57.2\text{E}$ ）、化石浜（ $44^{\circ} 14' 07.5\text{N}$ 、 $145^{\circ} 20' 58.3\text{E}$ ）、さらに相泊（ $44^{\circ} 11' 28.0\text{N}$ 、 $145^{\circ} 19' 41.6\text{E}$ ）の4調査地を選定した。一方、冬季調査ではオホーツク海が時化の時期に入り、船による移動が容易ではなくなるため、夏季調査の調査地の中から、ウトロではチャシコツ崎の1調査地、半島先端では文吉湾および知床岬の2調査地、羅臼では相泊の1調査地を選定し、調査を行った。

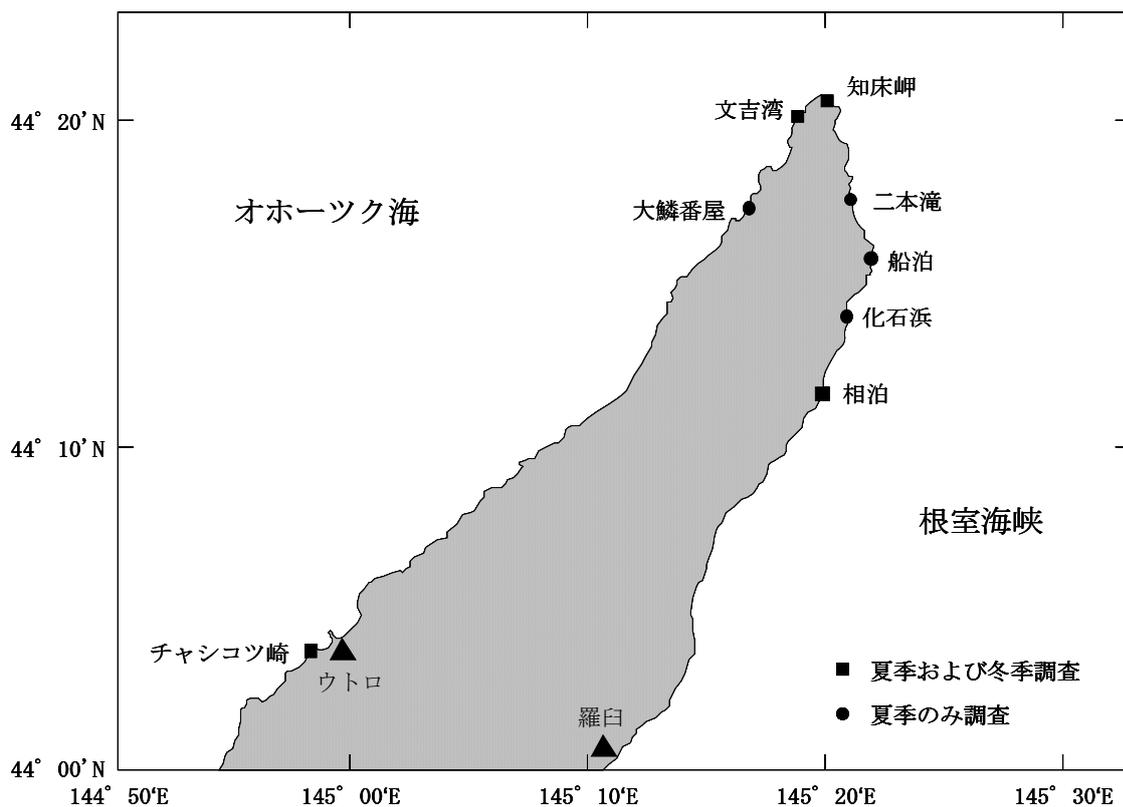


図1. 調査地

調査は大潮の干潮時に潮間帯上縁部から真潮間帯において行った（なお、この区分はラファエリとホーキンス 1999 に従っている）。各調査地において、潮間帯上縁部に起点を定め、そこから巻尺で海側に向かってほぼ垂直にラインを引き、10m 以上の間隔を空けて、できるだけ等間隔に原則として5つの調査定点を設けた。なお、ラインの途中で潮だまり等があった場合は、その近隣を調査定点とした。また、調査地で5定点を設けることが困難だった



写真：調査に使用したコドラート

ウトロの大鱗番屋、半島先端の文吉湾では、それぞれ4および3調査定点とした。夏季と冬季間で調査定点のずれが出ないように、各調査定点では GPS によって位置を記録し、測量用スタッフポールを用い、汀線からの高度を測定した。

各調査地点付近に、無作為にコドラート（50×50 cm）を置き、その内部に出現した動物の種の個体数を記録した。その場で種の同定が不可能だったものは採集し、99 % アルコールを用いて固定した後、実験室で同定を行った。なお、目視による定量が困難であった 1mm 程度の小型貝類や遊泳性の小型甲殻類（端脚類など）はサンプル採集だけを行った。

結果と考察

出現種リスト

表1に本調査で確認できた種を記した。今回のコドラート調査において観察された貝類のうち、種まで同定できたのは10種であった。ただし、現時点で正確な種同定を行えなかったもののうち、明らかに別種と考えられる種を含めると、少なくとも合計で17種確認できたことになる。たとえば、*Lottia* 属のカサガイに関しては3種以上に分けられると推察された。一方、チヂミボラ類 (*Nucella*) は生息場所の環境（波当たりや捕食者の質など）によって貝殻形態が可塑的に大きく変化することから、種同定には個人差が出ると言われている。今回の調査地ではチヂミボラ *N. lima* およびエゾチヂミボラ *N. freycineti* と判断できる個体も出現したが、現在のところ両者を区別する明確な基準はない。そこで本報告では、それらを別種とはせずにチヂミボラ1種として扱っている。また、カキの1種である *Crassostrea* sp.はおそらくマガキ *C. gigas* であると推測されたが、この分類群に関しても形態からの正確な種同定は困難であるため、今回は明確な表記は避けた。

表1. コドラー調査で観察された貝類リスト

| 種名 | ウトロ | 半島 先端 | 羅白 |
|---|-----|----------|----|
| Class Polyplacophora (多板綱) | | | |
| Order Neoloricata (新ヒザラガイ目) | | | |
| Family Ischinochinonina (ウスハダヒザラガイ科) | | | |
| <i>Ischinochiton</i> sp. | | | W |
| Class Gastropoda (腹足綱) | | | |
| Order Patellogastropoda (カサガイ目) | | | |
| Family Lottidatae (ユキノカサガイ科) | | | |
| <i>Nipponacmea</i> sp. | S | S | S |
| <i>Lottia</i> spp. | SW | SW | SW |
| Order Vetigastropoda (古複足目) | | | |
| Family Turbinidae (サザエ科) | | | |
| <i>Homalopoma</i> sp. | | S | SW |
| Order Discopoda (盤足目) | | | |
| Family Littorinidae (タマキビ科) | | | |
| <i>Littorina sitkana</i> (クロタマキビ) | SW | SW | SW |
| <i>Littorina brevicula</i> (タマキビ) | SW | SW | S |
| <i>Littorina squalida</i> (エゾタマキビ) | | S | SW |
| <i>Littorina mandshurica</i> (アツタマキビ) | SW | W | S |
| Barleeidae (チャツボ科) | | | |
| <i>Barleeia angustata</i> (チャツボ) | SW | SW | SW |
| Rissoidae (リソツボ科) | | | |
| <i>Alvania concinna</i> (タマツボ) | SW | SW | SW |
| Order Neogastropoda (新複足目) | | | |
| Family Muricoidea (アッキガイ科) | | | |
| <i>Nucella lima</i> (チヂミボラ) | S | SW | SW |
| Family Nassariidae (ムシロガイ科) | | | |
| <i>Reticunassa fratercula</i> (クロスジムシロ) | SW | SW | SW |

| | | | | |
|--------------------|---------------------------------------|----|---|----|
| Class Bivalvia | (二枚貝綱) | | | |
| Order Mytiloida | (イガイ目) | | | |
| Family Mytilidae | (イガイ科) | | | |
| | <i>Mytilus trossulus</i> (キタノムラサキイガイ) | sw | s | w |
| Order Ostreida | (カキ目) | | | |
| Family Gryphaeidae | (イタボガキ科) | | | |
| | <i>Crassostrea</i> sp. | sw | | |
| Order Veneroida | (マルスダレガイ目) | | | |
| Turtoniidae | (ノミハマグリ科) | | | |
| | <i>Turtonia minuta</i> (ノミハマグリ) | | | sw |

*s と w はそれぞれ夏季調査と冬季調査で観察されたことを意味している。

出現種数を地域間で比較すると、ウトロ、半島先端、羅臼ではそれぞれ 11 種、12 種、14 種が確認された (表 1)。便宜上、ここでは不明種を 1 種として扱うことにした。カキの 1 種である *Crassostrea* sp. はチャシコツ崎だけに出現しており、一方、ノミハマグリ *Turtonia minuta* とヒザラガイの 1 種である *Ischinochiton* sp. は相泊だけで出現していた。なお、半島先端地域だけで確認された種は存在しなかった。種数だけで見れば、半島の地域間で出現種に明確な差があるとは言えないだろう。ただし、温帯に多いカキの仲間がウトロ地域にのみ出現していることは、対馬 (宗谷) 暖流の影響が関与している可能性が考えられる。

表 1 から季節的に出現した種数を見ると、ウトロ、岬先端、羅臼における夏季調査では、それぞれ 11 種、11 種、12 種が確認され、冬季調査ではそれぞれ 9 種、8 種、11 種が確認されたことになる。ただし、調査期間で調査地の数が対応していないことから、この差だけで考察を論じるのは適切ではない可能性がある。そこで夏季および冬季の両調査期間で対応している調査地 (全 4 調査地) だけを対象に、夏季調査における出現種数を再計算してみたところ、ウトロ (チャシコツ崎)、岬先端 (文吉湾および知床岬)、羅臼 (相泊) における夏季調査ではそれぞれ 9 種、8 種、10 種が確認された。つまり、夏季から冬季に掛けて、ウトロおよび半島先端地域では、種数にしてそれぞれ 2 種と 3 種が減ったことになるが、羅臼地域では 1 種増加したことになる。このことから、少なくとも夏季と冬季間で種数全体には大きな変化がなかった。しかし、それぞれの地域では、夏季または冬季のみに出現している種も確認されている (表 1)。たとえば、カサガイの 1 種 *Nipponacmea* sp. は夏季調査でのみ確認され、ヒザラガイの 1 種 *Ischinochiton* sp. は冬季調査でのみ出現していた。またその他の種の出現に関しても、地域間で

季節差が認められた。今回の調査では、コドラートを用いた小規模調査であるため、この出現種の季節差が観察誤差である可能性も否定できない。この問題に関しては次年度の課題として残った。

個体数

図2から図4に、夏季調査におけるウトロ、岬先端、羅臼地域のそれぞれの調査地で出現したコドラート当たりの貝類の平均個体数を対数値で記した。全ての調査地で卓越して出現していたのはクロタマキビ *Littorina sitkana* であり、2番目に多く出現した種よりも十倍から百倍以上の規模で多かった。このことから、クロタマキビが知床半島の潮間帯を特徴付ける貝類であると言える。

クロタマキビはタマキビ類 *Littorina* の中では最も北方に分布し、さらに北太平洋沿岸一帯に幅広く分布している種である。一般に、緯度の増加に応じて種数が減り、単一種の現存量（個体数）が増える傾向にあるものの、他地域のクロタマキビの優占度が、本調査で明らかになったほどの規模で観察されているかどうかは現時点では明らかではない。しかし、少なくともオホーツク沿岸の枝幸から網走に掛けての海岸では、ここまでの規模では観察されていない（千葉未発表）。したがって、この出現頻度は知床半島の特徴である可能性はある。

その他の種では、タマツボあるいはチャツボが多く出現していた。しかし、それらの殻長は2mm未満であることから、現地でそれぞれの種を区別することは困難であった。そこで、本報告では両種を1種として扱い個体数を計数した。なお、夏季調査では、海藻類の豊富な羅臼地域では正確に計測することが出来なかった。また羅臼地域の相泊ではノミハマグリ *Turtonia minuta* が多数観察されたが、本種も殻長1mm程度の個体がほとんどであり、個体数の計数は行わなかった。したがって、これらの個体数は図4には含めていない。ただし、それらの個体数はクロタマキビ以上に多くは無かったと判断される。

タマキビ *Littorina brevicula*、およびクロスジムシロ *Reticunassa fratercula* の個体数も全ての調査地を通して比較的多い傾向にあった。また、少なくとも3種から構成されると考えられる *Lottia* 属のカサガイ類も知床半島全域を通して頻出していた貝類であった。

冬季調査では夏季と同様にクロタマキビが優占していることに変化はないものの、2番目以降の順位には若干の変化が見られた（図5）。たとえば、ウトロ地域のチャシコツ崎ではカタノムラサキガイの個体数が、先端地域の文吉湾西および岬先端ではチャツボ・タマツボの個体数が顕著に増加していた。また、夏季調査では岬先端で4番目に多く出現していたエゾタマキビは、冬季調査では全く観察されなかった。羅臼地域相泊では夏季に多く出現していたクロスジムシロが、冬季には個体数を大きく減らしていた。

今回の調査期間を通して見ると、クロタマキビ個体数が卓越していることを除けば、高頻度で出現したタマツボ・チャツボや、タマキビクロスジムシロなどの個体数は地域および調査地で大きく異なっていた。これらの組成がどのようにして決定しているのかは定かではないため、今後の調査が必要である。

まとめ

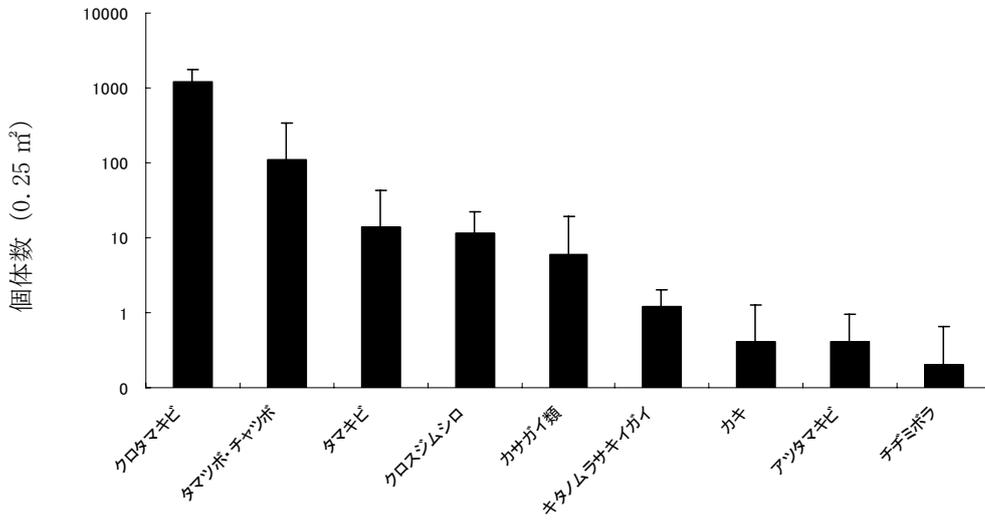
本年度の調査の結果、知床半島の岩礁潮間帯の優占種はクロタマキビであることが明確となった。また、貝類の種数には半島の地域（ウトロ、半島先端、羅臼）間で顕著な差はなかったが、種組成には若干の季節変化が見られた。また、個体数組成で比べると、卓越していたクロタマキビ以外の種で、地域差および季節変化が顕著になった。

本報告で記載した種はあくまでもコドラート（50×50 cm）内に出現した種である。この手法は定量を行う上では優れた方法であるが、その一方で調査範囲が狭くなるという欠点がある。したがって、今回の調査でも調査範囲を広げることで種数はさらに増えるはずである。さらに、今年度の調査では調査定点を完全に干出する潮間帯上縁部から真潮間帯に設定したが、一般に潮間帯の中でも高度が低くなるほど種数が増える傾向にある。より正確に潮間帯の種組成を把握するためには、真潮間帯直下の亜潮間帯（ラファエリとホーキンス 1999）を含めるべきかもしれない。これらは次年度の課題として検討していく必要がある。

引用文献

デビッド・ラファエリとスティーヴン・ホーキンス 1999 「潮間帯の生態学(上) 朝倉彰(訳)」
文一総合出版 205頁.

チャシコツ崎



大鱗番屋

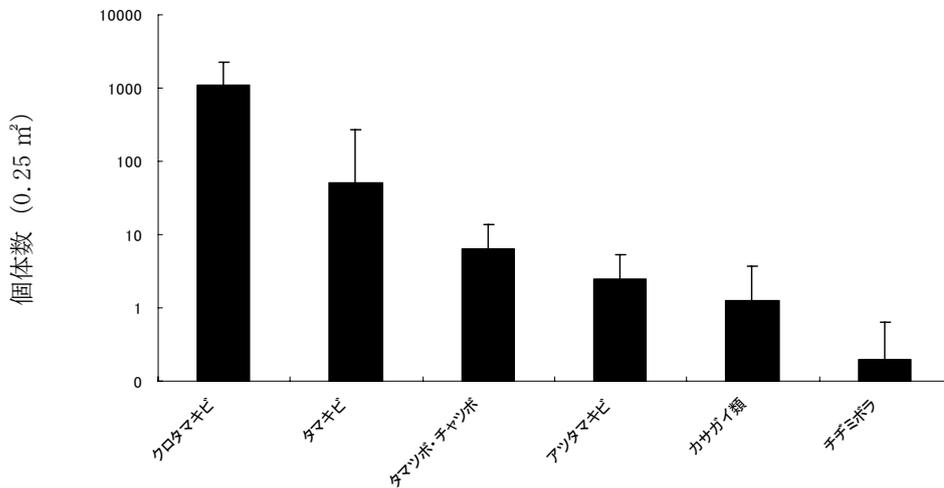
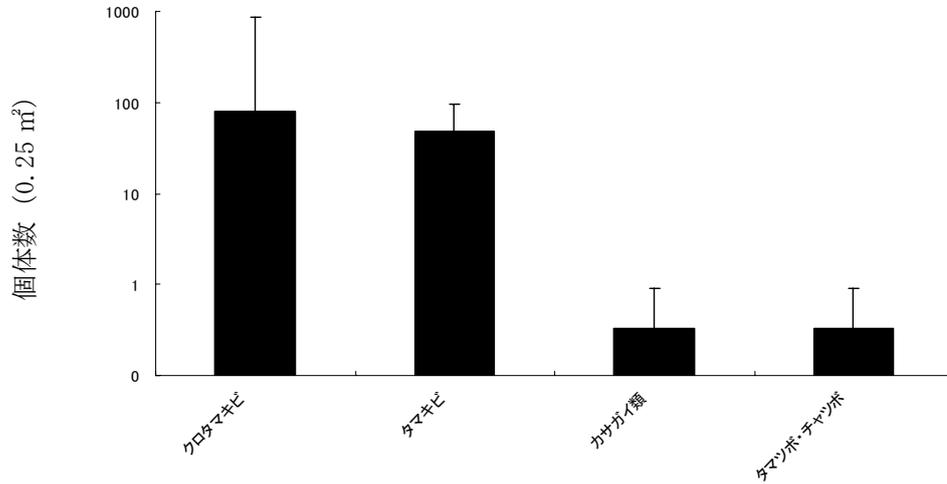


図2. 夏季調査におけるウトロ地域（チャシコツ崎・大鱗番屋）の出現種と個体数の関係（縦軸の個体数は対数表記で表しており、各棒グラフから延びる垂直線は標準偏差を表している。）

文吉湾



知床岬

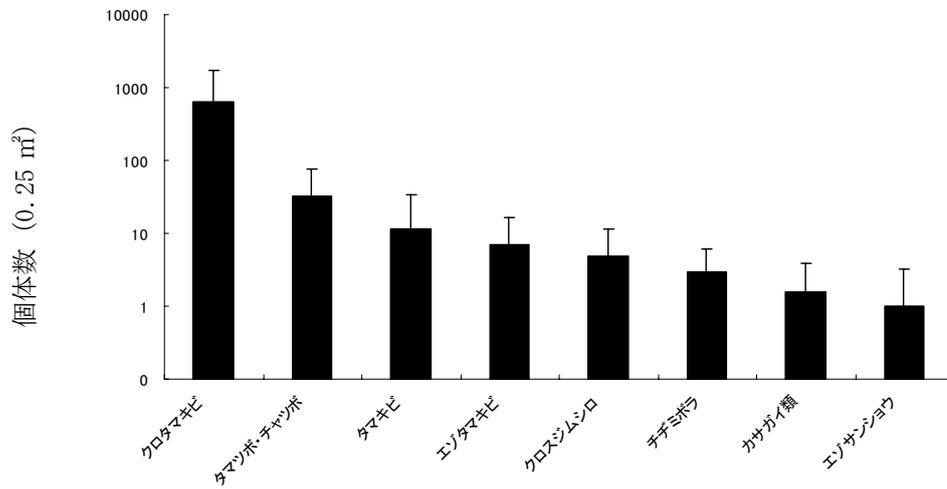


図3. 夏季調査における半島先端地域（文吉湾・知床岬）の出現種と個体数の関係
（縦軸の個体数は対数表記で表しており、各棒グラフから延びる垂直線は標準偏差を表している。）

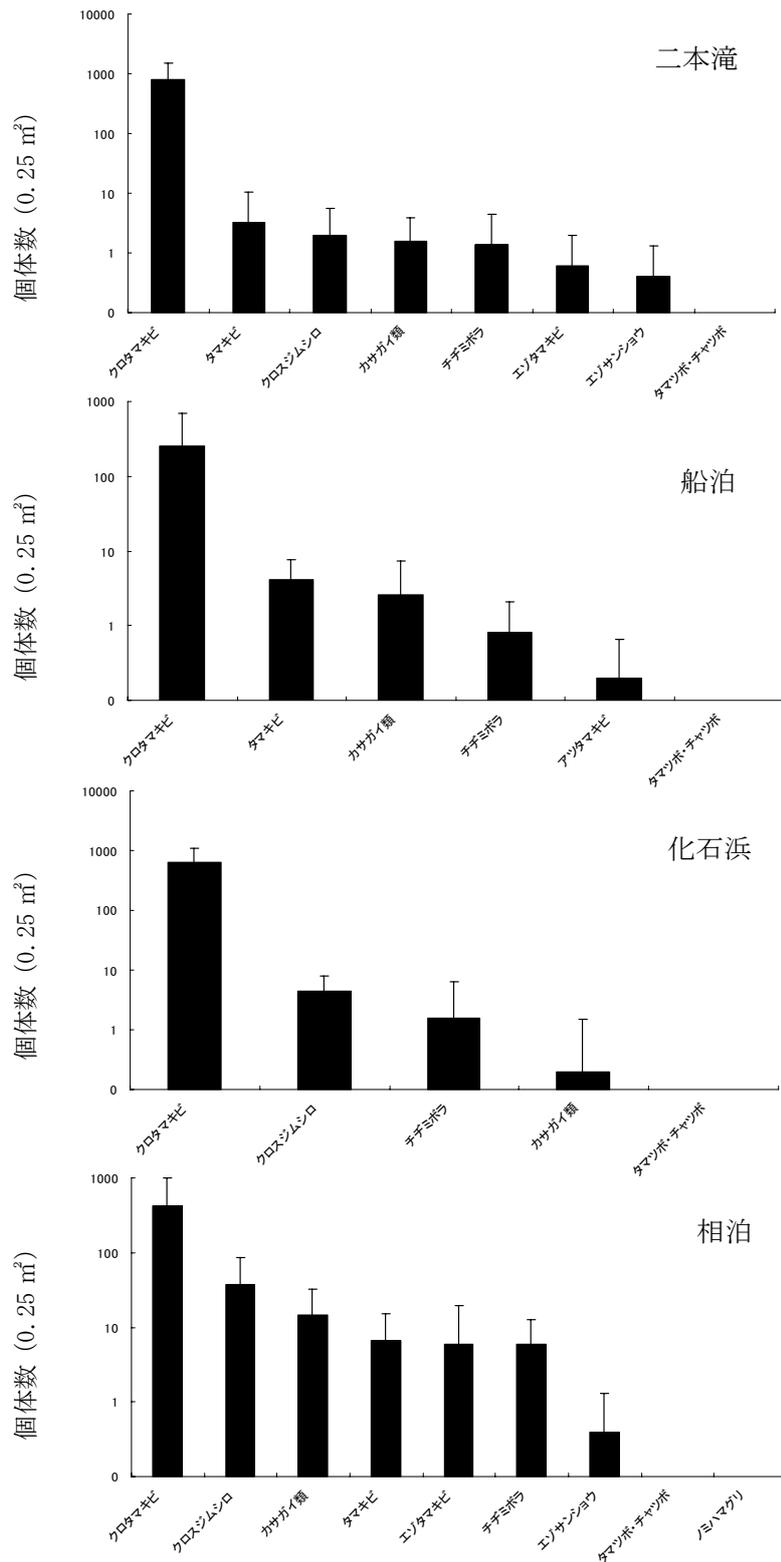


図4. 夏季調査における羅臼地域（二本滝・船泊・化石浜・相泊）の出現種と個体数の関係（縦軸の個体数は対数表記で表しており、各棒グラフから延びる垂直線は標準偏差を表している。nd は出現していたが、個体数を計数できなかったことを意味している。）

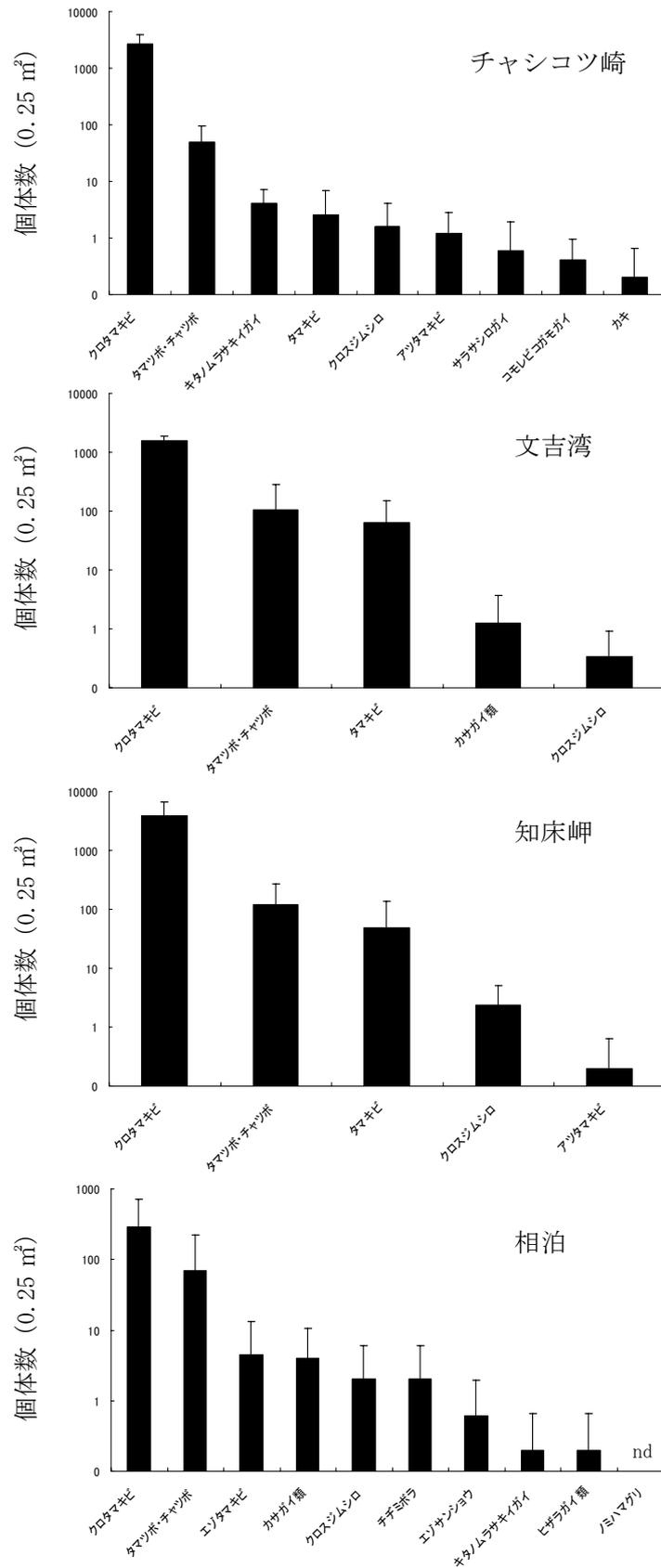


図5. 冬季調査におけるチャシコツ崎、文吉湾、知床岬、相泊の出現種と個体数の関係（縦軸の個体数は対数表記で表しており、各棒グラフから延びる垂直線は標準偏差を表している。nd は出現していたが、個体数を計数できなかったことを意味している。）

III. 海藻相

阿部剛史¹・野別貴博²

1. 北海道大学総合博物館、2. 財団法人 知床財団

はじめに

知床半島沿岸域からは過去の調査により 135 種の海藻・海草類が確認されているとされるが、本格的な海藻相の調査は現在まで約 40 年間行われていない。世界自然遺産地域に登録された当水域の生態系を適切に保全するために、棲息する生物種を把握し、生態系内の変化を捉えることが不可欠であるため、海藻相についても調査を行った。

調査方法と調査地点

海藻は採集後にさく葉標本とし、北海道大学総合博物館にて観察・同定した。採集地点（図 1）と採集日は以下の通りである。

| | |
|-----------|--------|
| 2006.7.22 | 相泊 |
| 2006.7.23 | 化石浜 |
| 2006.7.24 | 船泊 |
| 2006.7.25 | 二本滝 |
| 2006.7.26 | 知床岬 |
| 2006.7.27 | 大鱗番屋 |
| 2006.7.28 | チャシコツ崎 |
| 2006.11.4 | 知床岬 |

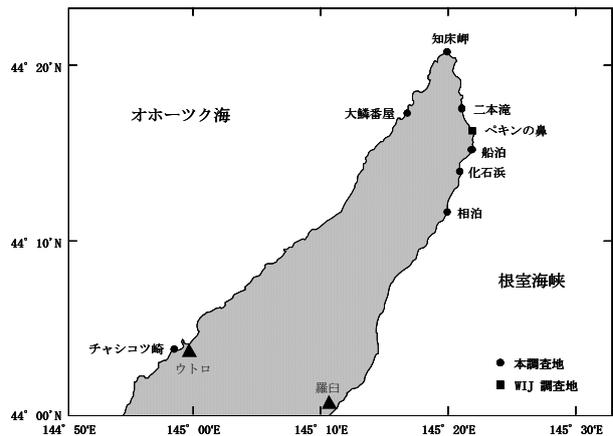


図1. 標本採集地点

なお、2006年7月10日に環境省自然環境保全基礎調査浅海域生態系調査（全国藻場調

査）の一環として日本国際湿地保全連合（WIJ）によって実施された羅臼町のペキンの鼻周辺における海藻類採集調査によって採取された標本についても調査結果に含めた。

調査結果

緑藻 8 種、褐藻 19 種、紅藻 23 種の計 50 種の生育を確認した（表 1）。和名・学名および順序は吉田ら（2005）の目録に従った。

一般に海藻の同定は、未成熟個体や断片的な標本では困難であることが多い。しかし今回の調査では、採集時期が限られていること、および標本数が少ないことを考慮し、観察した標本

表1. 海藻類の出現種リスト

| 種名 | 学名 | ペキン の鼻 | 相泊 | 化石浜 | 船泊 | 二本滝 | 知床岬 | 大鱗番 屋 | チャシ コツ崎 |
|-----------|--|-----------|----|-----|----|-----|-----|----------|------------|
| 緑藻 | | | | | | | | | |
| エゾヒトエグサ | <i>Monostroma angicava</i> | ○ | ○ | | ○ | | | | |
| ヒメアオノリ | <i>Blidingia minima</i> | | | | | ○ | ○ | | ○ |
| アナアオサ | <i>Ulva pertusa</i> | ○ | ○ | ○ | | | ○ | ○ | ○ |
| タマジユズモ | <i>Chaetomorpha moniligera</i> | ○ | ○ | | | | ○ | ○ | ○ |
| ツヤナシシオグサ | <i>Cladophora opaca</i> | | ○ | | | | | | |
| キヌシオグサ | <i>Cladophora stimpsonii</i> | | | | | | ○ | | |
| ナガモツレ | <i>Rhizoclonium tortuosum</i> | | | | | | | ○ | ○ |
| モツレグサ | <i>Spongomorpha duriuscula</i> | | | | | | ○ | | |
| 褐藻 | | | | | | | | | |
| マツモ | <i>Analipus japonicus</i> | ○ | | ○ | | | | | |
| ナガマツモ | <i>Chordaria flagelliformis</i> | | | ○ | | | ○ | | |
| ネバリモ | <i>Leathesia difformis</i> | | ○ | | | | | ○ | |
| エゾフクロ | <i>Coilodesme japonica</i> | | ○ | ○ | | | | | |
| セイヨウハバノリ | <i>Petalonia fascia</i> | | | | | | ○ | | |
| カヤモノリ | <i>Scytosiphon lomentaria</i> | | ○ | ○ | | | ○ | | |
| ケウルシグサ | <i>Desmarestia viridis</i> | ○ | ○ | | | | ○ | ○ | |
| アイヌワカメ類 | <i>Alaria spp.</i> | ○ | ○ | | | | | | |
| アナメ | <i>Agarum clathratum</i> | ○ | | ○ | | | | | |
| スジメ | <i>Costaria costata</i> | ○ | | | | | ○ | | ○ |
| オニコンブ | <i>Laminaria diabolica</i> | | ○ | ○ | | | | | |
| リシリコンブ | <i>Laminaria ochotensis</i> | ○ | | | | | ○ | | ○ |
| ヒバマタ | <i>Fucus distichus ssp. evanescens</i> | ○ | ○ | | | | ○ | ○ | ○ |
| エゾイシゲ | <i>Silvetia babingtonii</i> | ○ | ○ | | | | | ○ | ○ |
| ネプトモク | <i>Cystoseira crassipes</i> | | ○ | | | | | | |
| エゾモク | <i>Cystoseira geminata</i> | | | | | | | | ○ |
| フシスジモク | <i>Sargassum confusum</i> | | | | | | ○ | | |
| ミヤベモク | <i>Sargassum miyabei</i> | ○ | ○ | | ○ | | ○ | ○ | ○ |
| ウミトラノオ | <i>Sargassum thunbergii</i> | ○ | | | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| 紅藻 | | | | | | | | | |
| マクレアマノリ | <i>Porphyra pseudocrassa</i> | | | ○ | | | | ○ | |
| カタベニフクロノリ | <i>Halosaccion firmum</i> | ○ | | ○ | | | | | |
| ダルス | <i>Palmaria palmata</i> | | | ○ | | ○ | ○ | | ○ |
| イソキリ | <i>Bossiella cretacea</i> | ○ | ○ | | | | | | ○ |
| ピリヒバ | <i>Corallina pilulifera</i> | ○ | ○ | | | | | ○ | ○ |
| リュウモンソウ | <i>Dumontia contorta</i> | | | ○ | | | ○ | | |
| イソウメモドキ | <i>Hyalosiphonia caespitosa</i> | | | | | | | ○ | |
| チジレアカバ | <i>Neodilsea crispata</i> | | ○ | | ○ | | ○ | ○ | ○ |
| アカバ | <i>Neodilsea yendoana</i> | | ○ | | | | | ○ | ○ |
| フクロフノリ | <i>Gloiopeltis furcata</i> | ○ | ○ | | | | | ○ | |
| ヒラコトジ | <i>Chondrus pinnulatus</i> | | | ○ | | | ○ | | ○ |
| クロハギンナンソウ | <i>Chondrus yendoi</i> | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | |
| イボノリ | <i>Mastocarpus pacificus</i> | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | |
| カレキグサ | <i>Tichocarpus crinitus</i> | | ○ | | ○ | | ○ | | ○ |
| コスジフシツナギ | <i>Lomentaria hakodatensis</i> | | | ○ | ○ | | | | |
| イギス | <i>Ceramium kondoi</i> | | | ○ | | ○ | ○ | | ○ |
| クシベニヒバ | <i>Ptilota filicina</i> | | ○ | ○ | | | | | ○ |
| ハイウスバノリ | <i>Acrosorium yendoi</i> | | | | ○ | | | | |
| ヤナギノリ | <i>Chondria dasyphylla</i> | | | | | | ○ | ○ | |
| マキイトグサ | <i>Enelittosiphonia stimpsonii</i> | | | ○ | | | | | |
| ウラソゾ | <i>Laurencia nipponica</i> | | | | | ○ | | | ○ |
| フジマツモ | <i>Neorhodomela aculeata</i> | ○ | ○ | | ○ | ○ | | ○ | ○ |
| ホソバフジマツモ | <i>Rhodomela teres</i> | ○ | | ○ | | ○ | | | |

だけでは決定的な証拠がない場合であっても、分布域や過去の記録などを考慮して妥当であると判断される場合には、種名を確定することとした。ただし、アイヌワカメ類については複数の種を含む可能性があるが、ホソバワカメ *Alaria angusta* とアイヌワカメ *A. praelonga* の区別が困難であること、および当該海域においてアイヌワカメ属の未記載種が存在することが示唆されている（四ツ倉典滋氏、私信）ことから、本稿では種レベルの同定を保留した。

考察

これまで知床半島の海藻相については、山田・田中(1944)による半島西岸のウトロ・留斜（現在のルシャ）・知床岬から 48 種の海藻目録、黒木ら(1985)による半島東岸全域から 121 種の目録が報告されている。後者は西岸のウトロでも調査を実施しており、これを含めると 129 種、さらに打ち上げのみで得られた種まで含めると 136 種が記録されている。なお、黒木らの報告の公表は 1985 年であるが、調査自体は 1967 年から 70 年にかけて実施されたものである。黒木らの調査は半島東岸の海藻相を明らかにすることを目的とし、期間・回数・地点数において非常に詳細なものであった。半島先端の岬から赤岩、モイレウシからペキンの鼻、トツカリムイからセセキ、キキリベツ、サシルイ岬、ガイズ岩、礼文町、知昭町、春苧古丹、幌萌、および比較のため半島西岸のウトロにおいて、半島の先端部など冬期間交通の便がないため不可能である場所を除き 1・3・5・6・7・8・9・10 月とほぼ周年にわたって調査を行っている。

黒木らの調査結果に対し今回の調査では、半数に遙かに及ばない 50 種が記録されたのみである。これら 2 つの調査結果が示す出現種数の大幅な相違を、黒木らの調査以来の約 40 年間で知床における海藻の多様性が激減したと解釈するのは早計であろう。上述のように黒木らの調査がほぼ周年にわたって行われていたのに対し、今回は 7 月と 11 月の 2 回のみ、しかも 11 月は知床岬の 1 カ所のみで標本数も少なく、実質的には 7 月の 1 回の調査が結果の大半を占めている。加えて、黒木らの調査は海藻分類学の専門家集団が現地で自ら採集を行ったが、今回の調査は採集者自身は海藻分類学は必ずしも専門というわけではなかった。これらのことから、両調査の結果の大幅な相違は、調査方法の精度の違いを反映したと解釈するのが妥当である。なかでも、海藻分類学の専門家である山田・田中の調査でも今回の調査とほぼ同様の種数であることから、採集者の専門性よりも、採集時期が周年にわたるか否かが、特に大きな要因であることが推察できる。知床の海藻相の現状を把握するためには、海藻の季節消長を考慮して調査回数を増やすことが必要である。黒木らの調査と同程度の精度で調査を実施することができれば、40 年間で知床の海藻相がどのように変化したのか、あるいはしていないのかを正確に把握することが可能であり、意義が大きい。

今回の調査結果から植物地理学的に見た海藻相の特徴を論じること、および 40 年前の調査

と比較して変化を検証することは、データ精度の面から困難であるため、本稿では保留する。しかし、コンブモドキ *Akkesiphycus lubricus* やアツバスジコンブ *Cymathaere japonica* など、比較的大型でよく目立ち、もし生育していればおそらく採集されているであろうはずの幾つかの種が、今回の調査で出現していない。これらは産業上の重要種ではないが、コンブモドキはコンブ目の系統で最も祖先的と考えられる分類群である(Kawai & Sasaki 2000)、アツバスジコンブはマコンブをはじめとする日本の主なコンブとともに *Saccharina* 属へ移すべきである(Lane *et al.* 2006)など、コンブ類の系統分類学的研究において、いずれも鍵となる種である。またこれらの種は、道東域の特産種であるとともに水産庁データブックのカテゴリーにおいて希少種とされており、当該海域の海藻種としては象徴的なものでもある。これらの種が 40 年間の環境変化で消失したのであれば大きな問題である。また、これら寒冷水性種の消失に加え、温暖水性種の侵入が起きている可能性がある。今回の調査でイソウメモドキ *Hyalosiphonia caespitosa* が記録されたが、本種は知床半島の過去の調査では記録されていない。本州に広く分布し、北海道でも日本海側や、太平洋岸でも室蘭などには分布が知られるが、道東域には分布しない温暖水性種である。ただし、今回の調査では不完全な標本に基づく同定結果であり、本来の分布域から考えても誤同定の可能性が考えられ、慎重に検討する必要がある。しかしいずれにせよ、今回の調査の結果は、40 年間で知床の海藻相に変化が生じていることを不十分ながら示唆しており、地球温暖化の影響なども鑑みて精査する必要があると結論できる。なお、エゾモク *Cystoseira geminata* も過去の調査で記録されていない種であるが、本種を含むウガノモク属の 3 種は識別が困難なことが多く、分類学的に検討の余地が残されており、過去の調査でネプトモク *C. crassipes* あるいはウガノモク *C. hakodatensis* として報告されているものと同一である可能性が高いため、これについては海藻相の変動によるものではないと考えられる。

引用文献

- Kawai, H. & Sasaki, H. 2000. Molecular phylogeny of brown algal genera *Akkesiphycus* and *Halosiphon* (Laminariales), resulting in the circumscription of the new families Akkesiphycaceae and Halosiphonaceae. *Phycologia* **39**: 416-428.
- 黒木宗尚・山田家正・増田道夫. 1985. 知床半島東岸ラウス海域の海藻相とその植生. 羅臼海域のコンブに関する総合調査報告書. pp.1-82. 羅臼漁業協同組合.
- Lane, C.E., Mayes, C., Druehl, L.D. & Saunders, G.W. 2006. A multi-gene molecular investigation of the kelp (Laminariales, Phaeophyceae) supports substantial taxonomic re-organization. *J. Phycol.* **42**: 493-512.
- 山田幸男・田中剛. 1944. 知床半島北見国沿岸海藻調査報告. 北水試月報 **1**: 165-171.

吉田忠生・鳶田智・吉永一男・中島泰. 2005. 日本産海藻目録(2005年改訂版). 藻類 **53**: 179-228.

知床岬地区および幌別・岩尾別地区におけるシカによる樹皮剥ぎ履歴に関する 2006 年度調査 —幌別・岩尾別地区における小中径木の補足調査—

石川幸男¹・熊本将志²

1. 専修大学北海道短期大学みどりの総合科学科、2. 財団法人 知床財団

1 はじめに

知床半島におけるシカの採食圧による植物群落の変化に対しては、対策が急がれる。2000 年以降、現在の世界自然遺産地域内を中心に種々の調査が実施されてきた。これらの調査によって採食圧に関する情報は蓄積されつつあり、それに基づいてエゾシカ保護管理計画も今年度中に策定される。保護管理計画策定の基礎的資料の一つとして、過去におけるシカ個体群密度の変動に関する情報は重要であることから、2004 年度と 2005 年度には、知床岬地区（以下、岬地区）と幌別・岩尾別地区において合計でニレ属 40 本、イチイ 20 本の枯死個体から幹円板を採取して過去の樹皮剥ぎ履歴の調査が行われた。これら 2 カ年の調査によって、岬地区では採取した全個体の中で最長齢は 269 年、一方、幌別・岩尾別地区は 369 年であり、その間はほぼ全ての個体が樹皮の全周剥ぎで枯死している現在ほどにはシカ密度が高くなかったと推察される。さらに、10 年階級の各年代に生存していた総個体数に対する、その年代に樹皮剥ぎが見られた個体の割合を、両地区で生存個体数が 10 個体を超える 1790 年代以降について求めたところ、1800 年代の前半に樹皮剥ぎ個体がやや多いピークが判明した（幌別・岩尾別地区で約 25%、岬地区で約 30%）。それ以降にはごくわずかに見られるだけで、明瞭な傾向はなかった。また樹皮剥ぎは、ニレ属においては主に直径 15cm 未満の小径から中径の時期に集中していた一方で、イチイでは明瞭な傾向は見られなかった。

過去 2 カ年の調査は、長い年輪系列を求めるために極力長命の個体、すなわち大径の個体に調査の主眼を置いていた。これらの個体は、1900 年代に入ってから、すでに樹皮剥ぎを受けやすいサイズを超えていたために、1900 年代に入ってから樹皮剥ぎがないように見えている可能性が考えられた。そこで本年は、全周剥ぎで枯死している現状において、中径以下の個体を対象に幹円板を補足的に採取し、昨年調査では傾向が見えていなかった可能性のある 1900 年代以降における樹皮剥ぎ実態を明らかとすることを目的として、幌別・岩尾別地区において調査を行った。

なお、本調査を実施するに際しては、知床財団の橋本 勝、野別貴博の諸氏には幹円板採取

個体の選定、採取と搬出すべてのプロセスでお世話になった。現地での資料の採取には、北海道大学大学院農学研究科の森本淳子、常盤尚子両氏にもご協力いただいた。さらに網走南部森林管理署の関係諸氏には、枯死木の伐倒と円板採取に際して必要な許認可取得で御世話になった。また、採取した幹円板サンプルの樹皮剥ぎによる枯死年代を推定するに際しては、昨年同様、岬地区で長年に渡ってシカの個体群密度変動と採食実態の観察を続けている東京農工大学農学部梶光一教授より提供された資料を用いている。以上の方々に、この場を借りて謝意を表する次第である。

2 調査地と調査方法

本年度の調査は、幌別・岩尾別地区で実施した(図1)。本調査による資料の採取数は表1に示すとおりである。参考までに2004年、2005年に採取した個体の内訳も記した。

樹皮剥ぎの年代を特定するに際しては、例年と同じ手法を用い、知床岬地区で1980年代後半から森林に定点を設けてシカ採食圧の実態記録を行っている資料(梶 私信)を参照し、1995年には岬地区で観察しているニレ属樹木が全て樹皮剥ぎによって枯死したことから、枯死円板の最外周が1995年に相当すると仮定している。

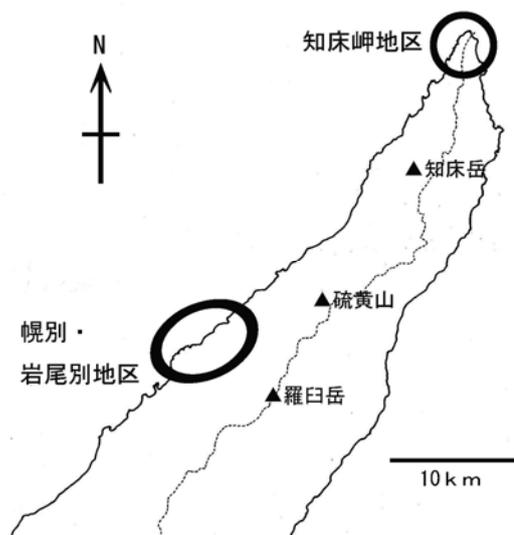


図1 幌別・岩尾別地区の位置図

表1 採取個体数の内訳

| | 岬地区 | | 幌別・岩尾別地区 | |
|-------|-----|-----|----------|-----|
| | ニレ属 | イチイ | ニレ属 | イチイ |
| 2004年 | 5 | 5 | . | . |
| 2005年 | 15 | 5 | 20 | 10 |
| 2006年 | - | - | 21 | 10 |

3 結果

3-1 樹皮剥ぎ頻度の分布

本年度に幌別・岩尾別地区で採取したニレ属 21 個体、イチイ 10 個体の樹齢とサイズ、樹皮剥ぎの発生年等を文末の付表に一覧した。また、採取個体の位置を図 2 に図示した。本年度の資料では、ニレ属の最高樹齢は 135 年（中心部約 2cm は腐朽によって判読できず）、イチイで 238 年であった。これを昨年までのデータとあわせて、樹皮剥ぎの出現年代、積算個体数、ならびに 10 年間隔での樹皮剥ぎ割合を集計して図 3 に示した。

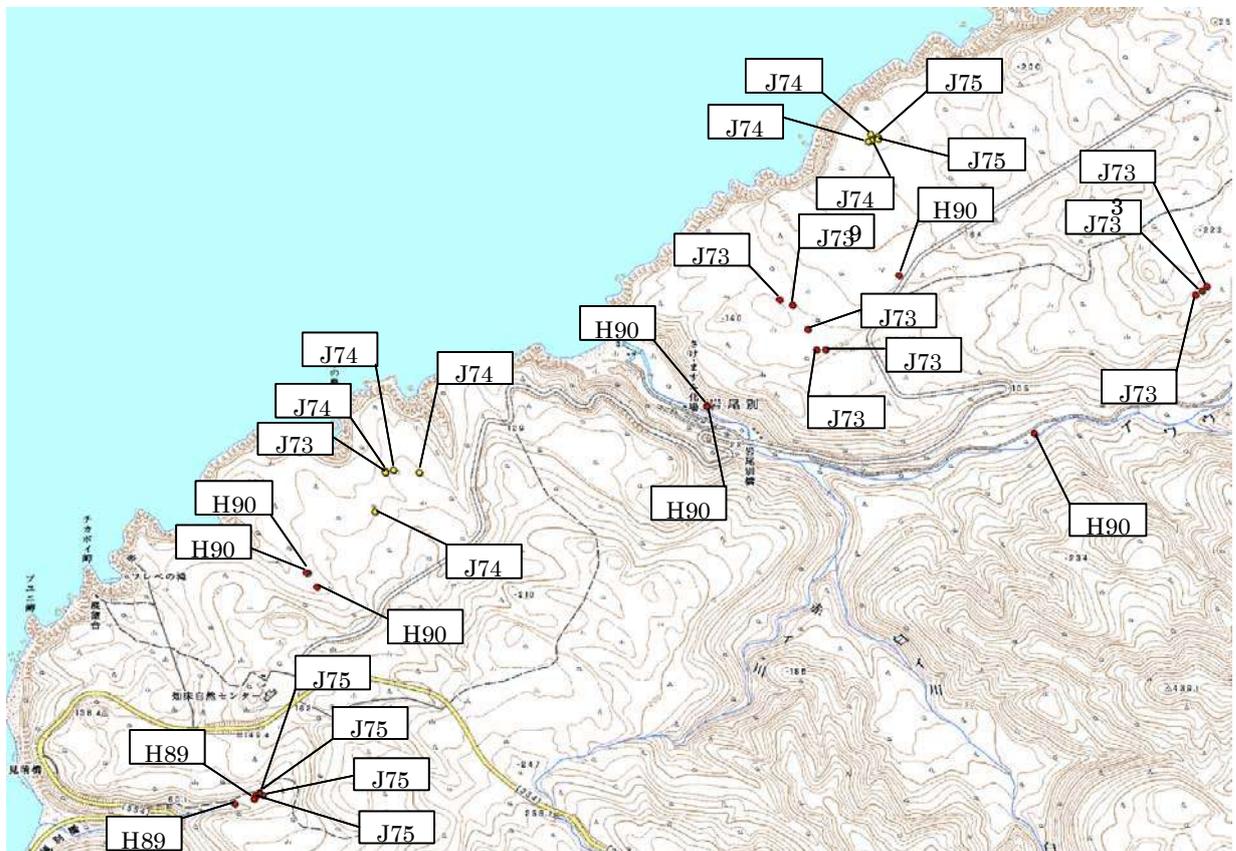


図 2 採取個体の位置

昨年までの 2 年間での確実な最高樹齢は、岬地区でニレ属が 219 年、イチイで 269 年であった。本年度は岬地区では円板を採取していないことからこの数値に変動はない。一方の幌別・岩尾別地区では新たに採取したもののいずれも小径の若齢個体であったために、最高樹齢は昨年と同様にニレ属で 369 年、イチイでは 343 年（中心部は腐朽していた）のままである。

中心まで到達しなかった円板も含め、樹皮剥ぎ年代の頻度分布は図3の上段に示した結果となった。ここでは本年度に採取した個体を昨年度までの調査の個体と区別するために、シンボルを区別して示した。しかし、図3の中段および下段のグラフでは、採取年を一括して扱っている。本年度に採取された個体の樹皮剥ぎ年代は、1820年代から1980年代に分布し、特定の年代に集中するのではなく、全般に散らばっていた。これまでの結果を全て込みにした場合は昨年度の報告の結果と同様の結果が得られている。すなわち、最高樹齢の部分でも述べたように岬地区では新たに採取していないことから、結果は昨年度とまったく同じである。相違点は、本年度に追加調査をおこなった幌別・岩尾別地区の1900年代に入ってから若干の樹皮剥ぎが見られたことから、その時代にわずかに頻度の山が確認できることである。

これらを一括してまとめると、岬地区においては1800年代（19世紀）の前半に、また、幌別・岩尾別地区においては同じく1800年代前半に集中するとともに、1900年代（20世紀）の前半にも樹皮剥ぎのやや集中する時期があるように見える。1800年より前の樹皮剥ぎに関してはサンプル数が少ないことから信頼性には欠けると考えられるので、ニレ属とイチイを区別せずにサンプル数が10を超える年代以降を対象とすると、岬地区、幌別・岩尾別地区ともに1790年代以降に個体数が10を越えていたので（図3中）。その時代に関して、おのおの時代に生育していた個体数に対する樹皮剥ぎ発生円板の相対頻度を求めた結果、図3下の傾向を得た。

一個体で複数回の樹皮剥ぎをされている場合に別個にカウントして、岬地区では、1810年代から1840年代にかけて樹皮剥ぎの集中する時期があった。その年代における樹皮剥ぎ個体の、生存個体数に対する割合は1820年代に約30%でピークを迎えていた。一方、幌別・岩尾別地区においては岬地区とほぼ重複する1830年代から50年代に集中しており、そのピークは1840年代で約25%の個体が樹皮剥ぎを受けていた。またさらに1900年代前半にも小さいピークが見られたが、ここでは樹皮剥ぎの割合のピークが1910年代の約14%であった。その後はごく低い頻度で推移していた。

3-2 樹皮剥ぎ時点の大きさ

これまで3カ年の資料を一括して、樹皮剥ぎの頻度と同様に一個体で複数の樹皮剥ぎが行われている場合には別個にカウントした結果、樹皮剥ぎを受けた時点での個体サイズは、ニレ属では直径15cm未満の小サイズに偏っていた（図4）。イチイではサイズにかかわらず散らばっていたが、資料数が少ないことから明瞭な傾向はわからない。したがって、全般に小サイズが中心であったことは明らかで、大径木までが軒並みに全周を剥がされて枯死に至った直近の1980年代以降の樹皮剥ぎとは様相が異なっていたといえる。詳しい状況はわからないものの、直近の樹皮剥ぎに比べれば、3-1で述べた過去の樹皮剥ぎは、はるかに軽度といえる。

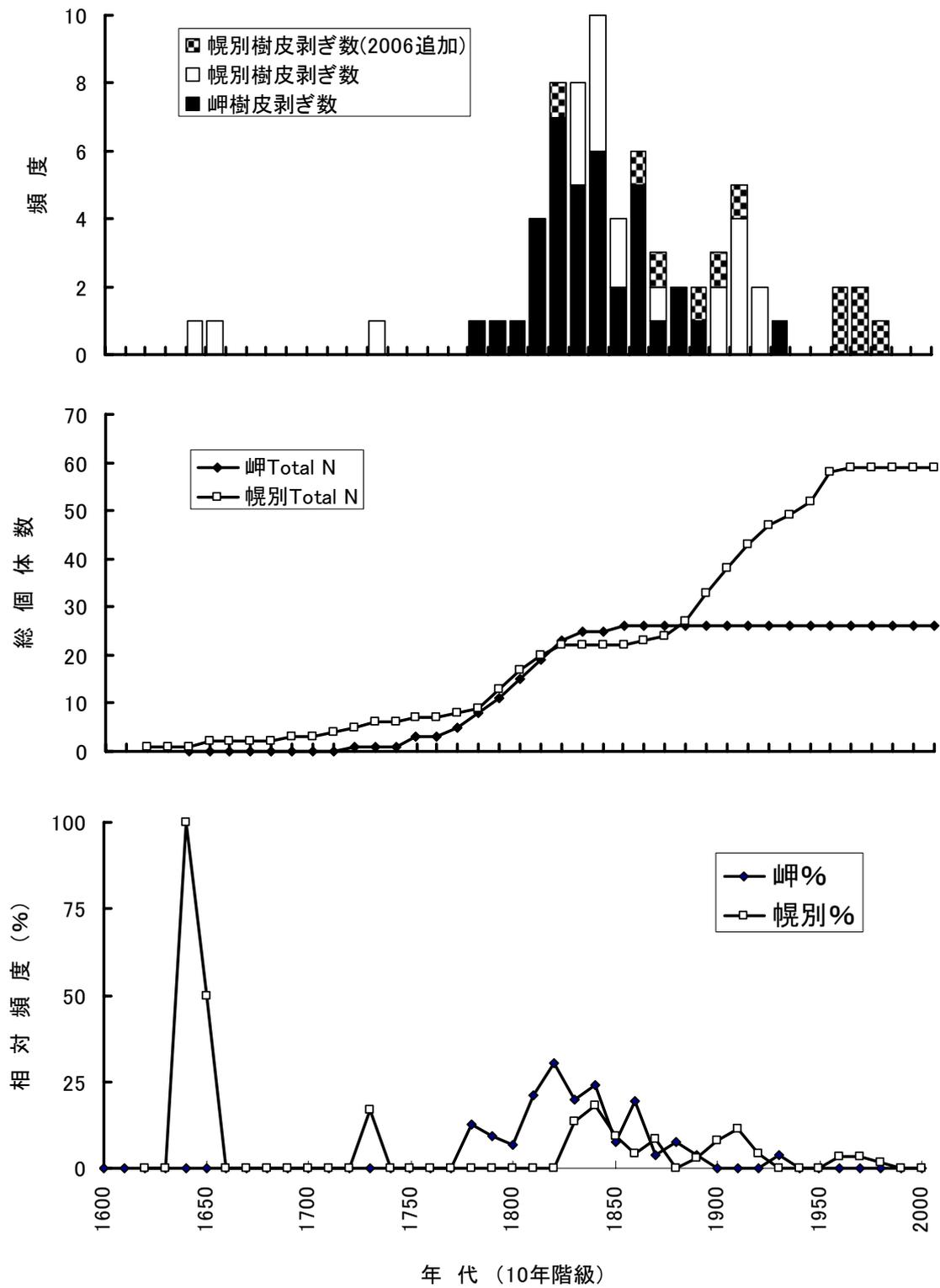


図3 岬地区、および幌別・岩尾別地区における樹皮剥ぎ発生状況。上：樹皮剥ぎ数の実数、中：各年代における生存個体数、下：各年代の生存個体数に対する樹皮剥ぎ個体の相対頻度

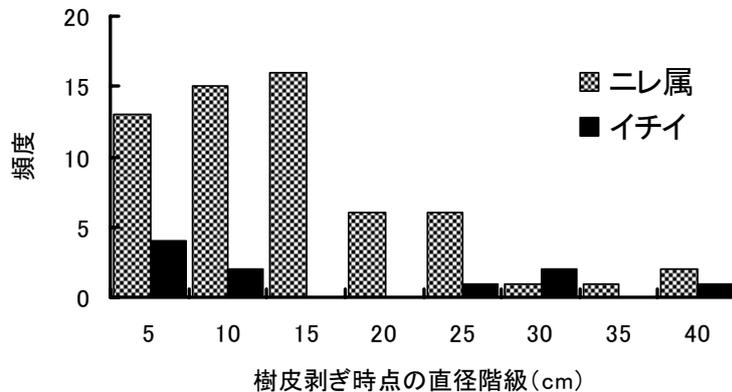


図4 樹皮剥ぎが行われた時点での個体サイズ

4 まとめ

今年度の調査では、おもに 1900 年代以降の樹皮剥ぎ履歴を明らかにするために、その当時に小サイズだったと考えられる個体を中心にサンプリングした結果、それに対する樹皮剥ぎはごく軽度であった。したがって、過去 300 年ほどにわたっての樹皮剥ぎ履歴は、基本的に昨年度に得られた傾向と変化がない。すなわち、調査を行った岬地区と幌別・岩尾別地区の両地区において、最大の樹齢個体が定着して以降は、それらが樹皮剥ぎによって枯死することなく生存していたことから、ニレ属、イチイの個体がほぼ全て樹皮剥ぎによって消滅している現在ほどには、シカ密度が高くなかったものと推察される。両地区における最大樹齢は、岬地区においては 269 年（イチイ：B211）、幌別・岩尾別地区においては 369 年（ニレ属：B245）であった。したがって、岬地区では約 270 年、幌別・岩尾別地区においては約 370 年間、シカ密度が現在ほど高かった時期はなかったと推察される。

次に、その間のシカ密度の変動に関しては、両地区ともに 19 世紀の前半に樹皮剥ぎのやや集中する時期があった。また幌別・岩尾別地区では 20 世紀の初頭にもやや集中する時期があった。この両時期の樹皮剥ぎは、特にニレ属において直径 15cm 未満の小径木を中心に発生していた。梶（2003）によると、知床岬においては、シカの密度が 4 頭/km² 程度であった 1980 年代初頭にすでにオヒョウの小径木に樹皮剥ぎの影響がではじめており、今回検出された樹皮剥ぎの状況と類似している。しかし、樹皮剥ぎはシカ密度との単純な関係という以上に、積雪の深さも関わって複雑な関連のもとに発生すると思われる。すなわち、シカ密度がより低くて

も、積雪が豪雪と言えるほど深ければ、えさ不足に陥ったシカによって樹皮剥ぎが発生する可能性も否定できない。したがって、近年の密度と樹皮剥ぎの関連状況から、単純に過去の密度を推定することは難しいであろう。しかし、相対的にシカ密度と樹皮剥ぎ頻度の推移は相関していると考えられる事から、樹皮剥ぎ頻度の変動は、シカ密度のおおよその増減傾向は示していると考えられるだろう。

北海道全体で見た場合、乱獲と豪雪によって 19 世紀末にはシカ個体数は激減し、1920 年代には絶滅が危惧されるに至っていた（梶 2000）。知床半島においては、1920 年代と 1950 年代においては、シカは生息していなかったと見積もられている（Kaji et al. 2000）。この見積もりは個体数が厳密に 0 であったことには直結しないが、今回の調査で岬地区と幌別・岩尾別地区において 1940 年代から 50 年代に樹皮剥ぎがまったくなかった事実と一致する。一方で 1920 年代には全道的な分布では生息していなかったと推定されているものの、今回の結果では樹皮剥ぎはわずかに発生している。しかしその頻度はごく少ないことから、シカが生息していたとしても密度は極めて低かったものと推定される。これに対してその後、図 3 には図示していないが、1980 年代に入って爆発的に増加したシカによって、1990 年代には今回の調査でサンプルされた全ての個体が樹皮剥ぎを受けて枯死しているのもので、その割合は 100%となった。したがって、1980 年代以前の変化パターンと比して、最近およそ 20 年間の樹皮剥ぎ頻度の変化パターンは激変している。このことは、過去約 200 年間の変化と比べて、この時期のシカ個体群密度の変動がいかに大きかったかを示唆するものであろう。したがって、1980 年代以前の時期においては、シカの樹皮剥ぎ、さらに採食圧全般が植生に与える影響は全般にきわめて小さく、その変化の仕方も、近年の約 20 年間に比べて著しくゆっくりしたものだったと推察される。

引用文献

Kaji, K., Miyaki, M., Saitoh, T., Ono, S., and Kaneko, M. 2000 Spatial distribution of an expanding sika deer population on Hokkaido Island, Japan. *Wildlife Society Bulletin* 28:699-707.

梶 光一. 2000. エゾシカと特定鳥獣の科学的・計画的な管理について. *生物科学* 52:150-158.

付表 - 1 2006 年における採取円板の諸元と樹齡、樹皮剥ぎ年の分布

| No. | Sp | 直径 | 樹齡 | 傷(西暦) | 採取年月日 | 位置 | | |
|-----|-----|--------------|------|-------|-------|----------|----------------|-----------------|
| | | cm | 年 | | | 北緯 | 東経 | |
| J | 731 | <i>Ulmus</i> | 45 | 37 | 1975 | 20061018 | 44° 06' 36.21" | 145° 04' 28.69" |
| J | 732 | <i>Ulmus</i> | 33 | 37 | | 20061018 | 44° 06' 36.91" | 145° 04' 29.91" |
| J | 733 | <i>Ulmus</i> | 26 | 63 | | 20061018 | 44° 06' 37.73" | 145° 04' 30.93" |
| J | 734 | <i>Ulmus</i> | 29 | 52 | | 20061018 | 44° 06' 34.45" | 145° 03' 07.17" |
| J | 735 | <i>Ulmus</i> | 43 | 56 | 1961 | 20061018 | 44° 06' 30.44" | 145° 03' 10.27" |
| J | 736 | <i>Ulmus</i> | 35 | 33 | | 20061018 | 44° 06' 27.06" | 145° 04' 12.09" |
| J | 737 | <i>Ulmus</i> | 32 | 56 | | 20061018 | 44° 06' 26.97" | 145° 03' 13.80" |
| J | 738 | <i>Ulmus</i> | 43 | 39 | | 20061018 | 44° 06' 35.46" | 145° 03' 04.49" |
| J | 739 | <i>Taxus</i> | 16 | 103 | | 20061018 | 44° 06' 06.40" | 145° 01' 44.73" |
| J | 740 | <i>Taxus</i> | 15 | 86 | | 20061018 | 44° 06' 06.64" | 145° 01' 44.81" |
| J | 741 | <i>Taxus</i> | 24 | 238 | | 20061018 | 44° 06' 06.78" | 145° 01' 46.39" |
| J | 742 | <i>Taxus</i> | 15.5 | 81 | | 20061018 | 44° 06' 06.35" | 145° 01' 51.67" |
| J | 746 | <i>Taxus</i> | 15 | 101 | | 20061018 | 44° 05' 59.80" | 145° 01' 42.75" |
| J | 747 | <i>Taxus</i> | 19 | 102 | | 20061019 | 44° 07' 02.03" | 145° 03' 22.44" |
| J | 748 | <i>Taxus</i> | 18 | 101 | | 20061019 | 44° 07' 03.20" | 145° 03' 22.92" |
| J | 749 | <i>Taxus</i> | 26 | 193 | 1893 | 20061019 | 44° 07' 02.07" | 145° 03' 23.17" |
| J | 750 | <i>Taxus</i> | 19 | 106 | 1908 | 20061019 | 44° 07' 02.35" | 145° 03' 24.44" |
| J | 751 | <i>Taxus</i> | 19.5 | 95 | | 20061019 | 44° 07' 02.73" | 145° 03' 24.48" |
| J | 752 | <i>Ulmus</i> | 26 | 42 | | 20061019 | 44° 05' 12.05" | 145° 01' 18.61" |
| J | 753 | <i>Ulmus</i> | 26 | 53 | | 20061019 | 44° 05' 12.36" | 145° 01' 19.40" |
| J | 754 | <i>Ulmus</i> | 26 | 38 | | 20061019 | 44° 05' 12.59" | 145° 01' 19.41" |
| J | 755 | <i>Ulmus</i> | 32 | 37 | | 20061019 | 44° 05' 12.09" | 145° 01' 20.06" |
| H | 898 | <i>Ulmus</i> | | 65 | | 20061212 | 44° 05' 11.52" | 145° 01' 18.28" |
| H | 899 | <i>Ulmus</i> | | 69 | | 20061212 | 44° 05' 10.66" | 145° 01' 14.33" |
| H | 900 | <i>Ulmus</i> | | 89 | 1963 | 20061212 | 44° 05' 49.49" | 145° 01' 29.07" |
| H | 901 | <i>Ulmus</i> | | 93 | 1972 | 20061212 | 44° 05' 49.49" | 145° 01' 28.85" |
| H | 902 | <i>Ulmus</i> | | 68 | 1987 | 20061212 | 44° 05' 47.09" | 145° 01' 30.88" |
| H | 903 | <i>Ulmus</i> | | 53 | | 20061212 | 44° 06' 39.55" | 145° 01' 28.62" |
| H | 904 | <i>Ulmus</i> | | 99 | | 20061212 | 44° 06' 12.94" | 145° 01' 56.06" |
| H | 905 | <i>Ulmus</i> | | 135+ | 1860、 | 20061214 | 44° 06' 17.4" | 145° 02' 49.78" |
| H | 906 | <i>Ulmus</i> | | 85 | 1919 | 20061214 | 44° 06' 17.62" | 145° 02' 49.88" |

知床半島の海岸部における高茎草本群落と風衝地群落の現状に関する調査

石川幸男¹・野別貴博²

1. 専修大学北海道短期大学みどりの総合科学科、2. 財団法人 知床財団

1 はじめに

知床半島においては、1980年代からのエゾシカの増加によって、植物の種の分布、植物群落の分布と構造に大きな影響が生じている。シカによる採食の影響はシカが冬に集中する越冬地で著しく、最大の越冬地である知床岬においては、岬を特徴付ける海岸台地に分布しているガンコウランを中心とする風衝地群落とイブキトラノオ、シレトコトリカブト、ナガバキタアザミやセリ科草本などからなる高茎草本群落、およびその背後に位置する森林群落に大きな影響が生じている。その実態把握と植物の種と群落の保全保護に関しては、すでに2003年以来、報告を続けている（佐藤・石川 2003、佐藤ほか 2004、石川ほか 2005）。

これまでの諸調査によって、知床岬地区以外の海岸植生の分布状況の確認が重要な課題として認識され、昨年度は知床財団のメンバーによって概要が確認された（長谷部ほか 2006）。それによると、斜里側、羅臼側ともに風衝地の群落と高茎草本群落は残存しており、前者はおもに独立岩峰上に、また後者は羅臼側の海岸断崖の上部や下部斜面を中心に残存していることが明らかとなった。この調査は、半島の世界遺産地域をほぼ包含する範囲で概要を把握することを目的としていたことから、群落組成を把握する通常の植生学的調査は行われなかった。そこで本年度は、昨年度の調査を補足することも兼ねつつ、昨年度の調査で在来の海岸植生の保存状況の良いことが判明した羅臼側の観音岩～ペキンノ鼻間、斜里側ではカプルワタラ～イダシユベワタラ間において、植物群落の組成調査を実施した。その際、風衝地群落はシカの侵入が考えられない独立岩峰を主な分布地とするため、今後とも存続の可能性が高いことに対して、高茎草本群落の一部はシカの侵入が可能と思われる海岸断崖の斜面下部を立地としていることから、高茎草本群落の実態把握に主眼をおいて調査を行った。

2 調査地、行程と方法

現地調査は2006年8月5日と6日の2日間の行程で行われた。図1に示したように、5日は羅臼町相泊から乗船してウナキベツ川河口付近まで移動し、観音岩（R4-6）から調査を開始した。途中で2回にわたり船を使いつつ、化石浜（R7-8）、船泊付近（R9-14）で調査を行った。翌6日は早朝に斜里町ウトロから乗船して文吉湾に向かい、その後、小型船でオキッチウシ川

河口付近へと移動して調査を開始した。最初にイダシュベワタラ方面に向かって確認を行い（S1-6）、その後、南下して調査を続け、カパールワタラ付近（S7-12）まで確認した。

なお、2005年に知床沼における登山道の実態調査を行った際に、羅臼側の崩浜において3地点（R1-3）で群落組成調査を実施していたので、本年度の報告にはその結果も含めて報告する。

調査は通常の植生学的調査方法に従い、イブキトラノオ、ナガバキタアザミやセリ科草本を中心とする高茎草本群落が残存する地点において、均質な部分に面積1㎡から4㎡の方形区を設定して優占度を測定した。同時に群落高を測定するとともに、標高や傾斜などの立地環境も記載した。また、ガンコウランを主体とする風衝地群落も数地点で調査を行っている。

なお、昨年度に概要把握で訪れている地点が写真で特定できた場合、現状と昨年を比較して、この1年間における変化の有無を確認した。

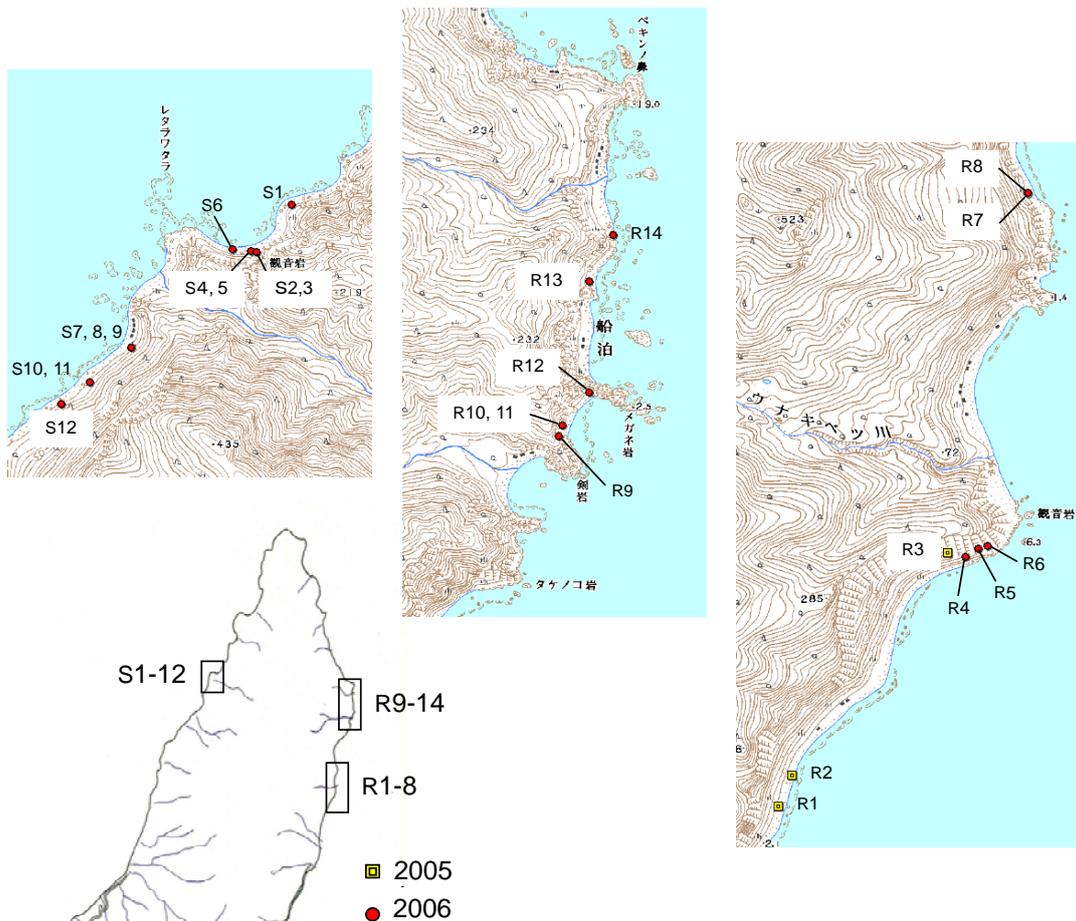


図1 調査範囲

3 結果

3-1 植生分布の概要

羅臼側においては昨年度の調査地点 3 ヶ所を含めて 14 ヶ所の調査地点、また斜里側では 12 ヶ所の調査地点において、方形区法を用いて群落組成を把握した。組成表を表 1 (非公開) に、また調査地点の GPS 座標を表 2 に示した。調査地点の略号に関しては、R は羅臼側の調査地点、S は斜里側の調査地点を表す。

調査された 26 地点の方形区において、全体で 101 種が確認された。このうち、ナデシコ科 sp.、スミレ属 sp.、ムラサキ科 sp. とオランダイチョゴ属 sp. においては、いずれも標本が不完全で種が確定できなかったものの、種としてはそれぞれ 1 種である。一方、ワスレグサ属 sp. は合計で 6 地点に出現しており、昨年度の報告 (長谷部ほか 2005) も参照すればエゾキスゲとゼンテイカの 2 種が含まれると推察されるが、調査時期が遅かったことから同定のキーとなる形質が確認できなかったために種が同定できず、これも 1 種として扱った。

出現した 101 種のうちで、ネムロスゲ、エゾモメンヅル、ネムロシオガマ、シコタンヨモギ、シコタンハコベ、チシマヒョウタンボク、およびレブンコザクラの 7 種は、国あるいは北海道のレッドリスト (環境省 2000、北海道生活環境部環境室自然保護課 2001) が指定する希少種である。このうちネムロスゲは 7 地点、エゾモメンヅルは 6 地点で確認されて生育地点が多かったのに対して、これ以外の 5 種はいずれも 2 ないし 3 地点であった。一方、外来種は確認されなかった。調査地点の周辺の一部にはセイヨウタンポポとヒメスイバが観察されているが、今回の調査が保存状態の良い部分を対象に行われているために、これらの外来種は確認されなかったものと考えられる。

調査された 26 地点の優占種、ならびに組成を、知床半島の海岸植生を網羅的に調査した佐藤 (1981) に記載されている結果と対比し、それぞれの群落タイプを区分すると次のようになる。今回の調査対象である高茎草本群落と風衝地群落は、佐藤 (1981) の区分によれば、海浜植物群落 (A) と海浜断崖植物群落 (B) を除いた、海岸断崖上部草原群落 (C) と海蝕台地群落 (D) に相当する。組成面に対比した場合、ウシノケグサが優占し、アサギリソウ、キリンソウやイブキジャコウソウ等が随伴する R10、R11、S5 と S6 は佐藤 (1981) の C-1 ; キリンソウ=アサギリソウ群落に相当するであろう。これらの方形区は、羅臼側の 2 地点では海岸断崖の急斜面の岩盤上に、また斜里側の 2 地点は独立岩峰上に位置していた。

次に、S10 と S11 においてはガンコウランが優占するほかにナガボノシロワレモコウが生育し、佐藤 (1981) の D-1 ; ガンコウラン群落に類似している。その一方で、佐藤 (1981) ではガンコウラン群落は知床岬のみで調査され、まさに海岸断崖上部に位置するが、今回の調査は

海岸の断崖が崩壊して巨岩が累積する立地に位置しており、海岸からの標高は海岸断崖よりは低い。また、岩礫の空所からは冷気が出ており、いくぶん風穴的な立地であった。事実、佐藤（1981）のガンコウラン群落には生育しないマイヅルソウやイワツツジが量的に多いなどの相違点が見られたことから、組成的、立地的に性質がやや異なる可能性もあり、今後の検討が必要と思われる。

その他の 20 地点のうちで、トウゲブキの優占する R7 と R8、ヒオウギアヤメの優占する S7 以外の 17 地点は、佐藤（1981）の C-2；ナガバキタアザミ=エゾノコギリソウ群落を特徴付けるナガバキタアザミ、エゾノコギリソウ、ナガボノシロワレモコウ、エゾノヨロイグサとオオウシノケグサが少なくとも 2 種は出現しており、量的にもこれらの種が多いことから、同群落に相当すると考えられる。この群落は舘脇（1966）が記載した多種草原に相当するが、舘脇（1966）も佐藤（1981）も共通して指摘するように明確な優占種を欠き、さまざまな種が混生する。今回の調査結果でも同様に調査地点ごとに優占種は変化し、多様性に富んでいた。

上記に含まれない R7、R8 と S7 の位置づけは判然としないものの、R7 と R8 においてはシカの不食草であるトウゲブキが優占するほかに、オオミミナグサやオドリコソウのように攪乱環境を指標する種が生育すること、さらには R8 ではシカの採食痕（次節参照）も見受けられたことから、すでにシカによる採食の影響を受けていると思われる。

3-2 昨年度との比較

昨年度の在来種分布確認の調査で確認された種は、合計で 130 種であった（長谷部ほか 2006）。今回の調査で確認された 101 種のうちで、昨年に確認されずに新たに確認された種は以下の 23 種である（ただしこれらは新産種ではなく、半島全域の包括的なフロラ；佐藤ほか 1985、斜里町立知床博物館 2005 には記載済みである）。すなわち、イブキジャコウソウ、イブキヌカボ、エゾスカシユリ、エゾミソガワソウ、オオミミナグサ、オオバスノキ、オドリコソウ、カノコソウ、カラフトイチゴツナギ、クサヨシ、クルマバナ、シラネワラビ、シロザ、スズメノヤリ、チシマカニツリ、チシマヒョウタンボク、ネムロスゲ、ノリウツギ、ヒロハノコメススキ、ホタルサイコ、マルバシモツケ、ミヤマヌカボ、およびミヤマワラビであった。したがって、昨年度と今回の両調査で確認された種は 153 種となる。

また、昨年に記載された場所を写真で確認し、合計 4 ヶ所で現地を特定し、昨年の写真の状況と今回の状況を比較した結果、特段に変化は確認されなかった。

次に、昨年度の調査においては、風衝地群落と高茎草本群落の指標種として数種を選び、その分布状況を確認している。この報告の内容と今回の結果を対比すると、以下の特徴がある。

(1) 風衝地群落の構成種

昨年度の報告において風衝地群落を構成する種として選ばれたガンコウラン、シャジクソウとシコタンヨモギについて検討すると、今回はガンコウランが斜里側に2ヶ所(S10とS11)、シコタンヨモギが羅臼側に2地点(R12とR14)確認されたのみであり、シャジクソウは確認されていない。これは初めにも述べたように、高茎草本群落の確認を優先した結果、風衝地群落の確認地点数が少なかったことが主因と思われる。

(2) 亜高山性高茎草本群落の構成種

高茎草本群落を構成する種のうちで、亜高山性の種としてはイブキトラノオ、ナガバキタアザミとトウゲブキが昨年度には選定されており、このうち前2種は分布量がすくないと懸念されていた。今回の調査ではイブキトラノオは羅臼側に限定されるものの、14地点中の半分にあたる7地点で確認された。ナガバキタアザミはさらに範囲が広く、羅臼側、斜里側に関わらず出現地点が多く、13地点で求められた。ただし2種とも、優占度階級は最大でも2であり、群落内で量的には多くないことが理解される。シカの不食草であるトウゲブキは羅臼側でのみ確認されたが、現地での観察では、斜里側でも場所によっては優占するほどに生育していた。

(3) 山地性高茎草本群落の構成種

昨年度の報告において山地性の高茎草本としては、セリ科7種(エゾノシシウド、エゾノヨロイグサ、アマニュウ、オオバセンキュウ、エゾニュウ、マルバトウキとオニカサモチ)、ワスレグサ属の2種(エゾキスゲとエゾカンゾウ=ゼンテイカ)が確認されている。セリ科に関して述べると、これらの種のうちで今回に多くの地点で確認された種はエゾノヨロイグサ(9地点)、マルバトウキ(10地点)、エゾノシシウド(12地点)との3種であり、いずれも羅臼側、斜里側双方に出現していた。これに対してオオバセンキュウは斜里側1地点に認められただけであり、他種は今回の方形区には生育していなかった。今回の確認で出現地点数が多かったエゾノシシウド、エゾノヨロイグサとマルバトウキの3種は、知床岬の海岸草原における構成種としても主要なセリ科である。以上から判断すると、セリ科の高茎草本の残存状況は、基本的に、シカの採食圧がかかる以前の本来の優占性を反映したものと考えられる。

一方、ワスレグサ属2種は、方法の項でも述べたように種を区別できなかったものの、6地点で生育していた。また調査がおこなわれなかった地点においても複数回にわたって確認されていることから判断すると、生育地点数の面では極端に減少しているわけではないと考えられる。

3-3 その他、特筆すべき事項

(1) シカの利用と採食状況

前節でも一部で触れたが、調査中に明らかなシカの痕跡を認めた地点とその内容は次のとおりである。

R8：採食痕（オオイタドリ、クサヨシ、オドリコソウ）

R14：冬季の糞

S2：シカ道

S3：シカ道

S4：足跡

このように R8、S2、S3 と S4 においては植物の生育期にシカが利用していることは明らかである。昨年度の報告（長谷部ほか 2005）においても、特に羅臼側の海岸断崖斜面下部に分布している高茎草本群落にはシカが容易にアクセスでき、採食圧にさらされていることが報じられており、今回の調査でもこのことが確認された。

同時に昨年度の報告においては、羅臼側においては海岸断崖上部から在来種、特に高茎草本の種子をはじめとする繁殖可能な部分が供給され、シカに採食されても新たな個体の再定着が可能であることが示唆された。本年度の調査においても、図 2 に一例を示したように、3ヶ所で上部からの崩落が発生しており、新たに堆積した岩礫、土砂とともに植物体が認められた。したがって、繁殖体の供給は可能であろう。今後はシカの採食圧の今後の推移と、上部からの散布体の供給状況のバランスを注意深く観察する必要があるといえる。



図 2 羅臼側で観察された断崖上部から崩落した土壌と植物体（右の樹木はケヤマハンノキ 2006.8.5.）

(2) 特殊な立地上の群落分布

佐藤（1981）のガンコウラン群落に類似する S10、S11 地点とその周辺は、海岸線近くに位置し、海岸断崖が崩落して広く巨岩が堆積した場所である。その一角に図 3 に示したような、中心部には冷気の吹き出る空所が認められ、S10 と S11 はその出口を取り囲む岩上に位置している。佐藤ほか（1993）と佐藤（1994、1995）は、高山植物が低地に降りてくる場所としての風穴の重要性を強調している。風穴はおもに岩礫地に分布し、地中の永久凍土のために夏期でも温度が上がらず、その周囲に本来より高標高に分布するコケモモ、ガンコウラン、リンネソウやミズゴケ類などからなる植生が分布する。北海道の風穴植生としては、東大雪や定山溪の例がすでに報じられているが、さらに佐藤（2005）は知床半島中部、羅臼岳山麓の通称東ウプ台地でも、同様の植生が分布する可能性を述べている。今回の調査地においては、佐藤の報告に見られるコケモモ、リンネソウ、ミズゴケ類を欠くことに加えて、温度条件の測定も行われていないことから、厳密な意味での風穴であるかどうかの判断はできない。しかし、この地点の周囲はトドマツ林下にシラネワラビやイワノガリヤス等が生育する亜寒帯性針葉樹林に一般的な林床となっていたにも関わらず、ガンコウランが分布するのはこの地点の周辺数 m に限られる。標高が数 m に過ぎないことから、特異性を持っている可能性が示唆されるので、次章のまとめにも記すように、今回の確認で調査が行われていない海岸部分において、追加的な調査が必要と考えられる。

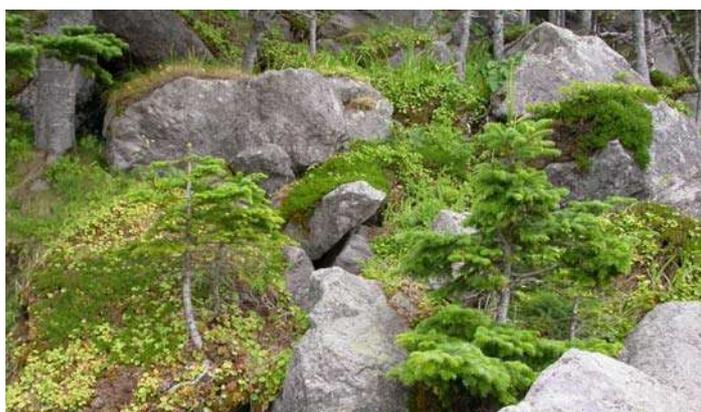


図 3 風穴的な地点。写真中央下に目印でおいた画板の奥の空所から冷気が噴出している（2006.8.6.）。

（3）盗掘

斜里側の観音岩付近の調査地（S4 と 5）に接するガンコウランが岩峰にわずかに張り付いている場所において、あきらかに近年と思われる盗掘跡が確認された（図-4）。この場所では、本来は漁業用に用いられた後に破棄されて流木化した材を拾ってきて岩に立てかけ、その先端に乗って手の届く範囲でガンコウランが株ごとに持ち去られていた。

この地点の標高は約 5m、汀線からの距離が約 30m であることを勘案すれば、冬季の風雪時や夏期の台風時の波浪によって、立てかけられた材は容易に流失するはずであることから、盗掘はごく最近の出来事と考えられる。すなわち、世界自然遺産登録前後の時期であり、知床半島全域におよぶ自然性の高い植物の価値が高く評価され、その保護も広く認識されていたはずの時期でありながら、いまだに一部では盗掘が横行していることになる。

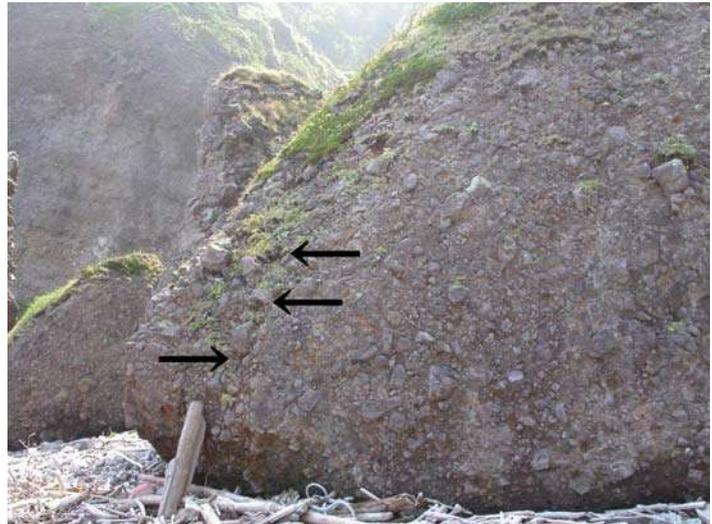


図4 S10、11 付近における盗掘跡。立てかけられた材が梯子代わりに用いられ、矢印がガンコウランの株あとを示す (2006.8.6)。

4 まとめと提言

以上の結果を元に、在来種の分布状況等に関して昨年度の報告に加えて新たに得られた知見と今後の課題をまとめ、さらにそれに対する対策等を提言する。

知床半島においてシカの採食圧をもっとも強く受けている高茎草本群落と風衝地群落のうちで、昨年の確認の結果、残存程度のより少ないと考えられた高茎草本群落は、斜里側、羅臼側の海岸部分に点在して残されていたことが第一の結果といえる。今回の確認では、昨年の確認で残存量が少ないと危惧されていたイブキトラノオ、ナガバキタアザミ等が、分布地点としては決して少なくないことが判明した。ただし、個々の分布地点における分布量は必ずしも多くなかった。また今回の確認では、昨年の調査では確認されなかった種が新たに 23 種確認された。さらに組成面と立地面でともにやや特殊な可能性があるガンコウラン群落も確認された。こうした点を勘案すると、調査密度を高めればさらに新たな種や群落タイプが見出される可能性もある。したがって、第一の課題として、今回の組成調査が行われなかった部分において、より広い範囲の植生調査を行うことが必要といえる。具体的な範囲としては、羅臼側ではペキンノ鼻以北、岬地区まで、また斜里側では岬～カプルワタラ間とイダシュベワタラ～ルシャ間

であろう。

第二点としては、シカの採食が夏期に加わっている部分が散見されていることから、今後の拡大が懸念されるために、定点におけるモニタリングを定期的を実施して、採食圧に変化が生じた場合にはいち早く検出可能な体制作りが望まれる。その際、今回の方形区の位置も含めて、厳密に位置を固定した調査地を繰り返して確認する必要があるものの、礫浜や岩峰が卓越する知床半島では杭を用いた通常の手法による方形区の固定化は難しい。今回の調査ではハンディGPSによって位置情報を取得しているとはいえ、このレベルの機器では精度が不足しており、草本群落に設定された方形区を超えてしまう誤差を含んでしまう。したがって、より精度の高い機材、たとえばDGPS等を用いて位置情報を取得して位置を固定化した方形区を、繰り返して調査する体制を整えることが不可欠である。ここで記したDGPSは海岸部だけではなく、同様に人工衛星が捕捉しやすい高山帯においても、植物調査地点の位置情報の取得に大きな威力を発揮すると期待される。

第三点として、上に述べた方形区を定点として固定化したうえで、シカ採食圧の拡大や変質とそれに対する植物側の変化を検出するためには、定期的なモニタリングが不可欠である。このことはさらに、すでに述べたような盗掘がいまだに発生していることを鑑みれば、利用者の利用状況を巡視する意味も持つ。すでに完成させている今年度の他の項目の調査報告においても、知床岬の植生回復状況のモニタリングやシカ採食圧の広域モニタリングの必要性を指摘した。これらに加えて、さらに海岸植生のモニタリングを実施することは多大な労力が求められることから、これらの調査結果との調整をとりながら、総合的かつ効果的なモニタリングの体制作りに向けた取り組みが必要といえる。

表1は非公開

表2 調査地点のGPS座標

| 番号 | 緯度 | 経度 | 元の番号 | 備考 |
|---------|----------------|-----------------|------|------------|
| R1 | 44° 12' 41.5" | 145° 20' 10.7" | | 2005年に調査 |
| R2 | 44° 12' 46.9" | 145° 20' 12.6" | | 2005年に調査 |
| R3 | 44° 13' 18.9" | 145° 20' 40.7" | | 2005年に調査 |
| なし | 44° 13' 17.45" | 145° 20' 44.43" | P1 | 現状の確認のみを実施 |
| R4 | 44° 13' 17.49" | 145° 20' 43.21" | P2 | |
| R5 | 44° 13' 18.65" | 145° 20' 45.47" | P3 | |
| R6 | 44° 13' 19.03" | 145° 20' 47.16" | P4 | |
| なし | 44° 14' 02.58" | 145° 20' 58.38" | P5 | 現状の確認のみを実施 |
| R7 | 44° 14' 09.79" | 145° 20' 54.33" | P6 | |
| R8 | 44° 14' 10.01" | 145° 20' 54.31" | P7 | |
| R9 | 44° 15' 24.71" | 145° 21' 48.35" | P8 | |
| R10とR11 | 44° 15' 26.30" | 145° 21' 48.98" | P9 | |
| R12 | 44° 15' 30.95" | 145° 21' 53.60" | P10 | |
| R13 | 44° 15' 47.00" | 145° 21' 53.58" | P11 | |
| R14 | 44° 15' 53.70" | 145° 21' 57.94" | P12 | |
| S1 | 44° 17' 03.39" | 145° 16' 23.07" | P13 | |
| S2とS3 | 44° 16' 56.45" | 145° 16' 16.77" | P14 | |
| S4とS5 | 44° 16' 56.70" | 145° 16' 15.90" | P15 | |
| S6 | 44° 16' 56.94" | 145° 16' 12.55" | P16 | |
| S7からS9 | 44° 16' 42.67" | 145° 15' 54.73" | P17 | |
| S10とS11 | 44° 16' 37.72" | 145° 15' 47.38" | P18 | |
| S12 | 44° 16' 34.51" | 145° 15' 42.24" | P19 | |

文献

石川幸男・佐藤 謙・青井俊樹・内田暁友（2005） 資料—1 知床岬の植生に関する 2004 年度調査報告書. 平成 16 年度知床国立公園適正利用検討調査報告書. 環境省自然保護局東北海道地区自然保護事務所.

環境省編（2000）改訂・日本の絶滅のおそれのある野生生物 植物 I（維管束植物）. 自然環境研究センター.

佐藤 謙（1981）第三章 海岸植生. pp157-173. 知床半島自然生態系総合調査報告書（総説・植物篇）. 北海道.

佐藤 謙・石川幸男（2003） 2：知床岬の植生の現況調査. pp7-32. 平成 14 年度自然公園における生態系特定管理施策検討調査（知床国立公園）. 国立公園協会.

佐藤 謙・青井俊樹・石川幸男（2004） 知床岬および知床連山の植生に関する 2003 年調査

- 報告. 平成 15 年度知床国立公園適正利用基本計画植生モニタリング調査報告書. 知床財団.
- 斜里町立知床博物館 (編) (2005) データブック知床・2005. 斜里町立知床博物館.
- 生態学実習懇談会 (編) (1967) 生態学実習書. 朝倉書店.
- 舘脇 操 (編著) (1966) 知床岬の植生—植物群落と土壌—. 日本森林植生研究会.
- 長谷部真・小平真佐夫・中西将尚・岡田秀明・山中正実 (2006) 4. 海岸線等における希少植物群落・外来植物分布調査. Pp.32-42. 平成 17 年度知床世界遺産地域生態系モニタリング調査業務報告書. 財団法人知床財団.
- 北海道生活環境部環境室自然保護課 (2001) 北海道の希少野生生物. 北海道.

2006年度知床半島シレットコスミレ個体群の遺伝構造調査

工藤 岳¹・川合由加¹・平尾 章¹・亀山慶晃¹・岡本征史²・中西将尚²

1. 北海道大学大学院地球環境科学研究院、2 財団法人 知床財団

はじめに

シレットコスミレ(*Viola kitamiana* Nakai)は知床半島の山岳地域に隔離的に分布する高山性のスミレであり、知床半島の象徴的な高山植物として知られている。知床半島の固有種と考えられていたが、近年、択捉島に分布する *Viola bezdelevae* Verosch と同じ種である可能性が指摘されている(いがり、2004)。知床半島における分布は主に硫黄山・知円別岳・東岳周辺の火山性砂礫風衝地に限られるが、遠音別岳北東鞍部の通称スミレ平と呼ばれる風衝地にも隔離分布することが知られている(吉村、1977)。シレットコスミレは絶滅危急種に指定されており(北海道レッドデータブック、2001)、現在の生育地における生育状況を注意深くモニタリングしていく必要がある。しかし、生育地が限られている上に、開花期が残雪期にあたる6月下旬から7月上旬であるために、その繁殖特性や遺伝構造についての情報はほとんどない。個体密度や個体群構造についての調査も、吉村・新庄(1985)の調査以降ほとんど行われていない。本調査は、シレットコスミレ分布域のほぼ全域を網羅する個体群において、生育状況、開花・結実状況、遺伝構造を明らかにする目的で2006年7月と8月に行ったものである。特に、小さな個体群として隔離的に分布している集団間の遺伝的類似性や遺伝的多様性を解析し、その歴史的な背景や繁殖システムを明らかにし、保全生物学的視野に基づいた希少種の保全対策に役立つ知見を得ることを目的としている。2006年度は全域の生育状況を把握し、遺伝解析のためのサンプルを採取し、シレットコスミレに有効な遺伝マーカーの開発を行うことに主眼をおいた。

調査概要

シレットコスミレの分布の中心地である知床連山では、南岳へ1475 m峰稜線(標高1440 m付近)、知円別岳分岐(標高1490 m付近)、東岳南西部台地(標高1470 m付近)、硫黄山南東部鞍部(標高1460 m付近)、硫黄山第1火口入口斜面(標高1490 m付近)の5個体群を選定した。南岳個体群は30×15 m²程の小さな集団で、斜度15°の傾斜地に成立している。知円別個体群は、ほぼ平坦地にある50×25 m²程の集団である。東岳個体群は、傾斜5°の緩傾斜地にある20×40 m²程

の集団である。硫黄山南東部鞍部個体群は、平坦地に成立した $100 \times 15 \text{ m}^2$ 程の集団である。硫黄山第1火口個体群は、斜度約 30° の急傾斜地にある $40 \times 20 \text{ m}^2$ 程の集団である。知床連山の個体群はいずれも稜線やその周辺の火山性砂礫地に成立しており、他の植物の植被はほとんどない。知床連山の調査は2006年7月14～16日に行った。また、隔離分布地として知られる遠音別岳スミレ平（標高1050 m付近）で1個体群を選定した（図1）。スミレ平の調査は8月15～16日に行った。

それぞれの個体群において、シレットコスミレの葉を40株から採取した（合計240サンプル）。採取した葉はシリカゲルで乾燥させ持ち帰り、北海道大学大学院地球環境科学研究院陸域生態系分野の実験室で保管している。

知床連山の調査時期は結実初期にあたり、一部開花個体も残っていた（写真1）。そこで、南岳個体群と硫黄山南東部鞍部個体群で結果率（開花した花のうち結実に至ったものの割合）を測定した。

調査結果

結実状況調査：シレットコスミレは個体によって株のサイズが大きく異なり、株あたりの開花数も1～50花以上と大きな個体差が見られた。南岳個体群は、（非公開）株程度からなる小さな集団であり、平均結果率は62%であった。硫黄山南東部鞍部個体群は、少なくとも（非公開）株以上からなる大きな集団であり、平均結果率は96%と極めて高い値を示した（表1）。いずれの個体群も果実内部には充実した種子が多数生産されているのが確認でき（写真2）、自然状態で良好な種子生産が行われていることが分かった。また、硫黄山では体長約5 mmの小型のハエ類がシレットコスミレの花を訪花しているのが観察された（写真3）。複数の花の内部に入り込んでおり、シレットコスミレの有力な花粉媒介昆虫であると確認できた。

生育密度調査：知床連山の調査では、硫黄山南東部鞍部個体群と東岳個体群でシレットコスミレの個体密度調査を行った。硫黄山個体群は、 $20 \times 10 \text{ m}^2$ のプロット内に855株が生育していた（1平方メートルあたり4.1株）。東岳個体群では、 $5 \times 5 \text{ m}^2$ のプロット内に270株が生育していた（1平方メートルあたり10.8株）。繁殖個体は全体の約30%であり、実生も多数観察されたことから、良好な種子繁殖により個体群が維持されていると考えられる。

スミレ平では、 $20 \text{ m} \times 10 \text{ m}$ のプロット内に1751株が生育していた（1平方メートルあたり8.8株）。スミレ平個体群においても実生が多数確認され、種子繁殖による実生の更新が行われて

いた。

表 1. シレットコスミレ 2 個体群における自然状態の結実状況

| 個体群 | 調査株数 | 開花数 (平均±SD) | 結実数 (平均±SD) | 結果率 (平均±SD) |
|---------|------|-------------|-------------|-------------|
| 南岳 | 41 | 7.9 ± 9.3 | 4.8 ± 7.1 | 0.62 ± 0.36 |
| 硫黄山南東鞍部 | 60 | 6.5 ± 5.3 | 6.3 ± 5.1 | 0.96 ± 0.09 |

遺伝マーカーのスクリーニングおよび開発の進行状況

近年、DNA分析を利用した遺伝マーカーには、マイクロサテライト（以下SSR: Simple Sequence Repeat）やAFLP（Amplified Fragment Length Polymorphism）などが広く用いられている。SSRは、共優性の遺伝様式をもち、非常に高い多型性を示す。しかしながら既存のSSRマーカーが適用できない場合には、新たなマーカー開発のために時間および労力が必要となる。一方、AFLPは優性の分子マーカーであるが、前もって対象の塩基配列情報を必要としないため、様々な種で即座に適用できるという利点がある。

まずスミレ属の他種（*V. pubescens*）で開発された12種類のSSRマーカー（Culley, 2005）がシレットコスミレにおいて有効であるかどうかを検討した。採取したサンプルから各個体群あたり3-4株、全6個体群から計20株を選び、CTAB法でDNAを抽出した。SSRプライマーで増幅したPCR産物を、3100シーケンサー（Applied Biosystems社）で解析し、DNAフラグメント（対立遺伝子）を識別した。その結果、8種類のSSR（Vpub-4、Vpub-7、Vpub-9、Vpub-11、Vpub-16、Vpub-21、Vpub-25、Vpub-69）において対立遺伝子の増幅が確認できたが、その全てが単型であり、遺伝変異は検出できなかった。また葉緑体をターゲットとした汎用的なSSRマーカーである8種類のccmp（Weising & Gardner, 1999）を同様にスクリーニングした結果、4種類のccmp（ccmp2、ccmp3、ccmp6、ccmp10）において対立遺伝子の増幅が確認できたが、全てが単型であった。

次にAFLP分析による遺伝変異の検出を試みた。制限酵素（*MseI*、*EcoRI*）で切断したゲノムDNA断片にアダプターのライゲーションを行い、予備選択プライマー（E-A/M-C）を用いて予備増幅を行った。その後、14種類の選択的プライマーの組み合わせ（E-ACT/M-CC、E-ACG/M-CC、E-AGC/M-CC、E-ACT/M-CAG、E-ACG/M-CAG、E-AGC/M-CAG、E-ACT/M-C、E-ACG/M-C、E-AGC/M-C、E-AGG/M-C、E-AC/M-C、E-AG/M-C、E-A/M-C、E-A/M-CA）を用いて、特定の断片をPCR増幅し、3100シーケンサーでDNAフラグメントを識別した。しかしながら、いず

れの選択的プライマーの組み合わせでも、遺伝的変異を示すようなDNAフラグメントを検出することはできなかった。したがって既存のSSRマーカーおよびAFLPでは遺伝的変異は検出できず、遺伝的多様性解析のマーカーに用いることができなかった。シレトコスミレのように局所的に分布する種では種内の遺伝的多様性が低いことが多く、遺伝変異を検出し難いのかも知れない。

以上のことから、あらためてシレトコスミレに有効なSSRマーカーの開発を試みた。効率的なSSRマーカーの開発方法である、compound法 (Lian *et al.*, 2006) およびdual-suppression-PCR法 (練・宝月, 2004) を用いて、ゲノムに含まれるマイクロサテライト部位の探索を行った。詳細は省略するが、2007年2月現在、有望なSSRは検出できていない。今回のマーカー開発には乾燥標本から抽出したゲノムDNAを用いたが、生組織から抽出したDNAに比べて質が劣り、DNAライブラリーがうまく作成できていない可能性がある。生組織(葉や蕾など)のサンプリングを含めた抽出DNAの質の向上が今後のマーカー開発に必要なと思われる。

図1. シレトコスミレ個体群の分布と調査個体群の位置図 (今回の調査で確認できた個体群を赤色で示した。知床連山では5個体群、スミレ平では1個体群を調査した。)(非公開)



写真1. シレットコスミレ開花個体.



写真2. シレットコスミレ結実個体.



写真3. 訪花していたハエの1種.

引用文献

- いがりまさし. 2004. 増補改訂版日本のスミレ. 288pp.山と溪谷社、東京.
- 北海道環境生活部(編). 2001.北海道の希少野生植物 北海道レッドデータブック2001. 309pp. 北海道.
- 吉村健次郎. 1977. 知床半島の高山植物. 釧路市立郷土博物館報、243:3-6.
- 吉村健次郎・新庄久志. 1985. シレットコスミレ群落の組成と構造. 遠音別岳原生自然環境保全地域調査報告書. p.279-315.環境庁自然環境局、東京.
- 練春蘭・宝月岱造. 2004. 効率的マイクロサテライト(SSR)マーカー作成のためのプロトコル. 日本林学会誌、86:191-198.
- Culley TM. 2005. Characterization of newly developed microsatellite loci in the stemmed yellow violet, *Viola pubescens* (Violaceae). Molecular Ecology Note 5:882-884.
- Lian C, Wadud MA, Geng Q, Shimatani K, Hogetsu T. 2006. An improved technique for isolating codominant compound microsatellite markers. Journal of Plant Research 119:415-417.
- Weising K, Gardner RC. 1999. A set of conserved PCR primers for the analysis of simple sequence repeat polymorphism in chloroplast genomes of dicotyledonous angiosperms. Genome 42:9-19.

遠音別岳のシレトコスミレおよび周辺山域の稀少植物

内田暁友

斜里町立知床博物館

はじめに

シレトコスミレは高山の風衝砂礫地に生育するスミレ科の多年生草本で、知床半島および南千島に分布する (Barkalov 2000)。知床半島で見られる植物としては種としての分布域が最も限られており、北海道版レッドデータブック (北海道環境生活部環境室自然環境課 2001) において絶滅危急種 (Vu) と判定されている稀少植物であるとともに、知床半島の象徴的な植物として親しまれている。

知床半島における産地については硫黄山と羅臼岳、遠音別岳の 3 産地があげられている (Nakai 1928; 吉村 1977; 初山 1982) が、羅臼岳に関しては近年の確認がなく、現在確実な産地は硫黄山と遠音別岳の 2 産地のみである。

分布の南限となる遠音別岳個体群は 1975 年に確認されたものである (吉村 1977)。稜線鞍部の狭い範囲に生育しており、1982 年および 1984 年に詳細な個体群調査がおこなわれている (吉村 1983; 吉村・新庄 1985)。また吉村 (1983) は航空写真から読み取ったシレトコスミレが生育可能と考えられる風衝砂礫地の面積および現地地で計測した個体密度から、面積約 950 m² に約 (非公開) 個体が生育すると推測した。

その後、知床半島ではエゾシカの急増という環境の急激な変化があった (石川 2007) にも関わらず、遠音別岳のシレトコスミレ個体群の消長やエゾシカによる被食・踏圧の影響に関する情報はなかった。

また、知西別岳から遠音別岳にかけての山域はハイマツが濃く登山道もないため、ムカゴトラノオ、ミヤマシオガマ、チシマキンレイカ、タカネフタバランのように知床ではここでのみ確認されている植物もある (佐藤ら 1985) にもかかわらずこれらの植物の現状把握は難しく、また情報も乏しい。

そこで、2006 年の現地調査において、遠音別岳のシレトコスミレ個体群におけるモニタリングサイトの設置と成熟個体数 (開花個体数) のカウント、および知西別岳から遠音別岳のシレトコスミレ個体群にいたる山域の踏査による稀少植物の分布の把握をおこなった。

方法

シレトコスミレの開花期が 6 月下旬から 7 月上旬であることから、羅臼湖から遠音別岳のシレトコスミレ個体群にいたる踏査を 2006 年 7 月 1~5 日にかけておこない、個体群調査を 7 月 3 日に実施した。モニタリングサイトは吉村・新庄 (1985) がすでに 4 m × 4 m のコドラートを設置して全個体をプロットしているのでこれを復元することとし、吉村・新庄 (1985) の記

載やコドラート図に描かれたチングルマなどのパッチの位置をもとに、一致すると考えられる場所に設置した(図1)。コドラート中の全個体について位置をプロットし、葉枚数と花の有無について記録した。また周辺の風衝地を踏査して個体群中の全成熟個体数をカウントした。

結果

遠音別個体群全体でのシレトコスミレ成熟個体数は(非公開)だった。また吉村・新庄(1985)では分布がないとされていた北側斜面(斜里町側)にも新たに成熟個体(非公開)を確認した。4 m × 4 m コドラートには(非公開)個体が出現し、うち(非公開)個体(42.3%)が成熟個体だった。コドラート内の個体分布を図2に、葉枚数による個体サイズ分布を図3に示す。

周辺山域では雪田の縁などで落葉低木の枝先にエゾシカの食痕が見られたものの、シレトコスミレ個体群に直接影響をおよぼした痕跡はみられなかった。

ほかにこの山域で確認できた稀少植物はリシリビヤクシン(国 EN、北海道 Vu)、チシマツガザクラ(国 VU)、ミヤマシオガマ(北海道 R)、エゾヒメクワガタ(国 VU)、ミヤマフタバラン(北海道 R)の5種であった(環境庁自然保護局野生生物課2000; 北海道環境生活部環境室自然環境課2001)。これらのうちミヤマフタバランはこれまでこの山域からは報告がなかった。

考察

これまでシレトコスミレが確認されていなかった北側斜面の砂礫地では成熟個体が(非公開)個体以上みられ、これを1982・1984年の調査時に見落とししたとは考えにくい。吉村・新庄(1985)は遠音別岳個体群を硫黄山周辺の個体群と比較し、個体が集中的に分布していることや、生育適地と考えられるにもかかわらずシレトコスミレが生育していない砂礫地がみられることなどから、遠音別岳におけるシレトコスミレの分布が硫黄山にくらべて新しいと考えた。本調査で明らかになった22年前と比べての分布の拡大は、吉村・新庄(1985)の考えを裏付ける結果となった。

吉村・新庄(1985)による1984年の調査時に比べ、コドラート内の個体数は(非公開)個体(32.4%)の減となった。しかし吉村・新庄(1985)は1982~1984年の2年間で調査地の個体群密度が2倍になったとしていることから、1984年がもともと「当たり年」だった可能性もある。その2年間でそれほどの密度の増加があったことを考えれば、22年の間隔があいた今回の調査1回のみで個体数の増減の傾向については推測できない。増減の傾向を判断するには今後数年おきの定期的なモニタリングが必要である。

知西別岳から遠音別岳にいたる山域でこれまで確認されている稀少種のうち、今回確認できなかったのはカラフトイチャクソウ(国 EN、北海道 R)、チシマヒョウタンボク(国 VU)、チシマキンレイカ(国 EN)、オハグロスゲ(国 EN、北海道 R)、ミヤママイ(国 NT、海道 R)、ミヤマホソコウガイゼキショウ(北海道 R)、タカネフタバラン(北海道 Vu)、タカネトンボ(国

VU) の 8 種である (佐藤ら 1985; 環境庁自然保護局野生生物課 2000; 北海道環境生活部環境室自然環境課 2001)。また稀少植物ではないが佐藤ら (1985) が知床半島ではこの山域でのみ確認しているムカゴトラノオも今回は確認できなかった。

これらの植物が確認できなかった理由は、調査を行った 2006 年の雪解けが例年より遅く、7 月の初旬にもかかわらず雪田の多くがまだ雪に覆われているような状態であったことによると思われる。これらの植物の現状把握については今後 7-8 月にかけての再調査が望まれる。

謝辞

本調査は北海道地方環境事務所釧路自然環境事務所羅臼自然保護官事務所の岸 秀蔵氏 (当時) および北海道大学農学部生物資源科学科の岩崎 健氏の協力のもと行った。ここに記して謝意を表す。

引用文献

Barkalov V Yu. Phytogeography of the Kurile Islands. Natural history research, special issue 7: 1-14.

石川幸男. 2007. 知床半島におけるシカの増加と植物の保全活動. 斜里町立知床博物館 (編), しれとこライブラリー7 知床の植物 2. pp. 54-68.

北海道環境生活部環境室自然環境課 (編). 2001. 北海道の希少野生生物 北海道レッドデータブック 2001. 8 pls. + 309 pp. 北海道, 札幌.

環境庁自然保護局野生生物課 (編). 2000. 改訂・日本の絶滅のおそれのある野生生物—レッドデータブック—8 植物 1 (維管束植物). 16 pls. + 660 pp. 財団法人自然環境研究センター, 東京.

初山泰一. 1982. スミレ科. 佐竹義輔・大井次三郎・北村四郎・亘理俊次・富成忠夫 (編), 日本の野生植物 草本 2 離弁花類. pp. 243-253. 平凡社, 東京.

Nakai T. 1928. *Violae ad Floram Japonicam Novae*. The botanical magazin 42: 556-566.

佐藤謙・西川恒彦・酒井聡樹・松井淳・甲山隆司・小池文人・小林正寛・伊藤浩司. 1985. 音遠別岳原生自然環境保全地域と知床半島全域の維管束植物相. 環境庁自然保護局 (編), 音遠別岳原生自然環境保全地域調査報告書. pp. 115-172. 環境庁自然保護局, 東京.

吉村健次郎. 1977. 知床半島の高山植生 特に数種の植物の分布について. 釧路博物館報 243: 3-6.

吉村健次郎. 1983. 知床半島, 遠音別のシレットコスミレー—その分布と個体数—. 北方林業 35: 230-233.

吉村健次郎・新庄久志. 1985. シレットコスミレ群落の組成と構造. 環境庁自然保護局 (編), 遠音別岳原生自然環境保全地域調査報告書. pp. 297-315. 環境庁自然保護局, 東京.



図 1. 調査地に設置した 4 m × 4 m コドラート

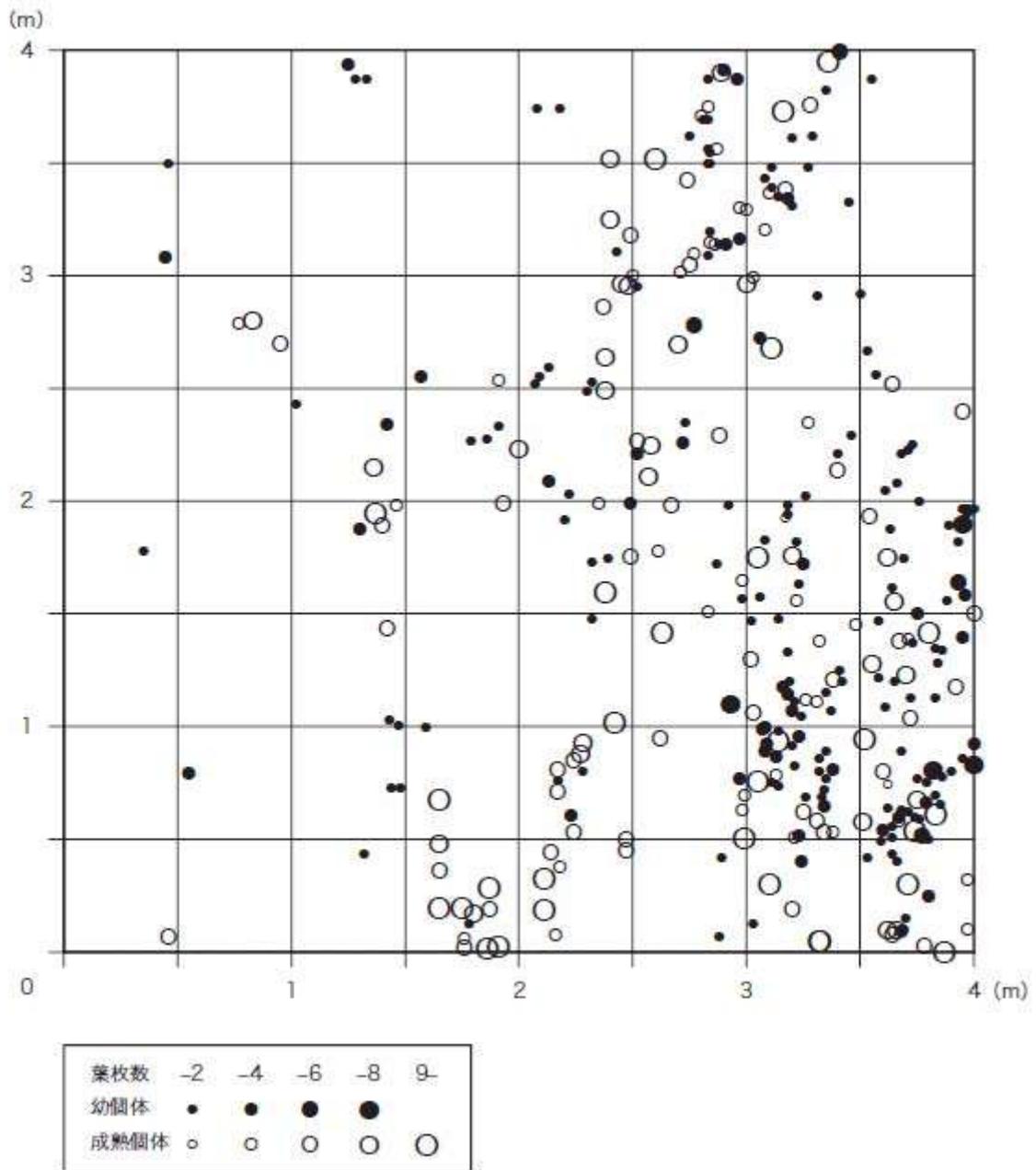


図2. 4 m × 4 m コドラートにあらわれたシレトコスミレの分布図 (n = 331)

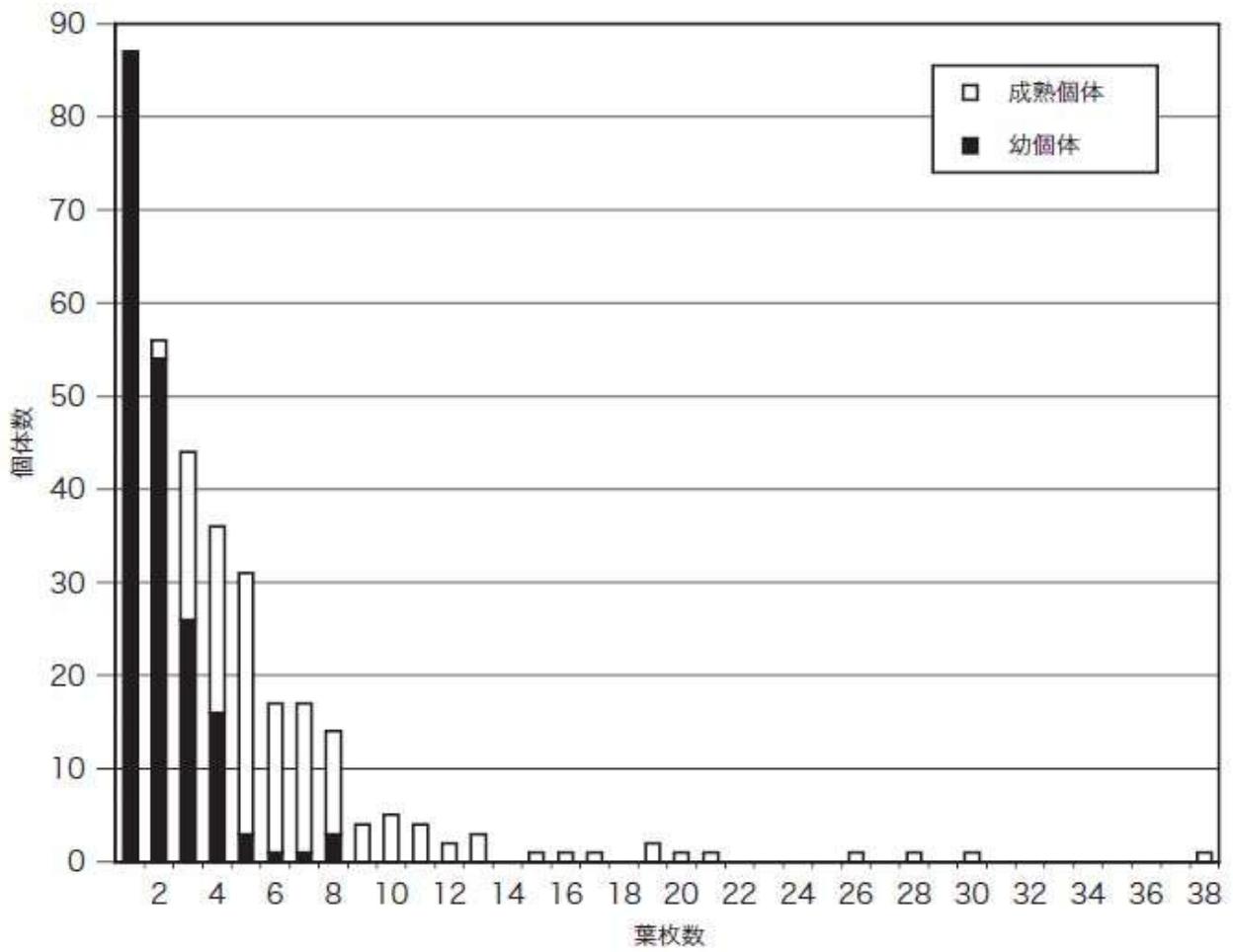


図 3. 4 m × 4 m コドラートにあらわれたシレットコスミレの葉枚数による個体サイズ分布 (n = 331)

知床の植物相

I. 北大総合博物館所蔵知床半島産植物標本データベース（合弁花類）

高橋英樹¹・岩崎 健²

1. 北海道大学総合博物館、2. 北海道大学農学部

はじめに

知床半島の植物相については、概略が解明された段階だが、以下のような不十分点がある。

- ① 地域（羅臼湖、知床沼など）や季節（秋）によっては更なる調査により新たな自生種が発見される可能性がある。
- ② 移入植物種がさらに増加する可能性がある。
- ③ 証拠標本のない報告を引用する形でリストが作成されているため、実際には生育していない種が含まれている可能性がある。

以上の問題点を克服するために、証拠標本に基づいた植物リスト作成が急務である。証拠標本を1カ所の標本庫に集める事は現実的でないが、知床産植物標本を多数所蔵する標本庫を横断する形でデータベースを作成するのがよいと考える。このためまず北大総合博物館植物標本庫の中から、知床産標本を選び出し、ラベルデータをデータベース化する作業を始めた。日本でこれまでに採集された知床産植物標本のうち、およそ半分以上が北大総合博物館に所蔵されていると思われるので基幹的なデータベースとしてこれを整備するのがよいと考えた。今年度は合弁花類を対象として作業を行ったが、さらに4年程度かければ維管束植物全体のデータベース化が完成する。

方法

北大総合博物館の植物標本庫においてはエングラの体系に従って科が配列されている。このため、標本のラベルを1枚1枚読みとって、知床半島地域産の植物標本を選び出す作業が必要となる。「知床半島地域」としては、斜里岳をも含む広い地域を対象とした（図1）。データベースの項目としては、和名、科名、採集年月日、採集者名、採集地を記録し、対応する地形図名（環境庁の都道府県別メッシュマップを基にし、5万分の一地形図を4分割（左上・左下・右上・右下）したマップを基準メッシュとした。）を読みとった（表1）。対象となるメッシュ数は33となった。地理分布パターンを捉えるためにはメッシュ数としては少ないとも思われるが、既存の標本採集地点数がそれほど多くないことや古い時代の標本ラベルにおける採集地データの粗さを考えると、これが現実的なメッシュ単位と考えた。記録した標本にはSAPS登録ラベルを貼付し、その番号を記録した。作成した表を操作して、採集年月日順（表2）、地形図名順（表3）、科名・和名順（表4）の表を作成した。

結果と考察

採集年代

表2に示されるように、1884年7月14日に宮部金吾により斜里山道で採られた標本が、本地域産標本としては最も古いようである。この時の宮部の採集旅行は札幌農学校植物園設立準備のためだった。引き続いて1894年の昆布類調査に際しても斜里で植物採集をしている。知床半島本体においては、1928年になって、原忠平や Gubler による羅臼岳、硫黄山、知床岳の採集が始まる。その後の標本点数が多い例としては、1947年の舘脇操・高谷による知床岬、1951年の Class あるいは三角亨・大竹栄次郎・豊國英夫による岩尾別、羅臼岳、硫黄山、1952年の鮫島淳一郎・辻寧昭・水沢広光による知床岳、1957年の舘脇操・遠山三樹夫による知床岬、1959年の川代善一による斜里岳、1962年の伊藤浩司による知床岬、1984年の高橋英樹・櫛引英二による三ツ峯周辺、2005年の高橋英樹・石川幸男・内田暁友による知床沼の採集標本がある。

佐藤(2005)の研究史で述べられている以下の調査における標本は北大標本庫では確認できないので当該標本庫における探索・データベース化が必要である。1) 1935~36年の原忠平(北大)、2) 1960年の池田好郎・斉藤稔(帯広畜産大学) ー一部のみ確認、3) 1970~76年の吉村健次郎(京都大学足寄演習林)、4) 1979~81年の鮫島淳一郎・佐藤謙(北海学園大学)、5) 1984年の佐藤謙ら(北海学園大学)、6) 最近の斜里町立知床博物館。

調査地域

5万分の一メッシュ毎の標本点数(表3、図2)は、「知床岬①」「知床岬②」「知床岬③」「羅臼①」において比較的調査密度が高いことを示したが、それより南西部では証拠標本が大変少ない実態が明らかになった。また2万5千分の一メッシュ毎の標本点数(表5)で見ると、これまでに全く採集された事のないメッシュが全体33のうち20にもものぼることが分かる。メッシュ毎の採集標本点数にかなりのばらつきがあるため、現時点では各種毎の知床半島地域における分布マップを証拠標本に基づいて作成することは現実的でない。今後は、調査対象地域全体での分布パターンを検討するためにも、知床半島基部の「峯浜」「八木浜」「武佐岳」など、調査密度の低いメッシュでの植物採集調査を重点的に行う必要がある。また将来の利用も考え、採集地点についてはGPSによる緯度経度データをとることを目標としながら、最低でも、5万分の一地形図の四分メッシュ(1/25,000の地形図に対応)に対応させておくことが望ましい。この程度のメッシュであれば緯度経度データのない古い採集標本を活かすことができる点でメリットがある。

種数

表4に示されたように証拠標本が確認できた植物種は、既報告の知床産植物種リスト(合弁花類)の種数のうち、6-8割程度(例えばアカネ科:6/9、ツツジ科:21/27)であった。今後、証拠標本に基づいた植物リスト作成を進展させるためには、証拠標本を意識した採集調査

を行うこと、北大以外の標本庫調査を行うことが必要である。

引用文献

佐藤謙. 2005. 知床の植物「概説」. しれとこライブラリー⑥知床の植物 I.



図1. 知床半島地域五万分の一地形図名

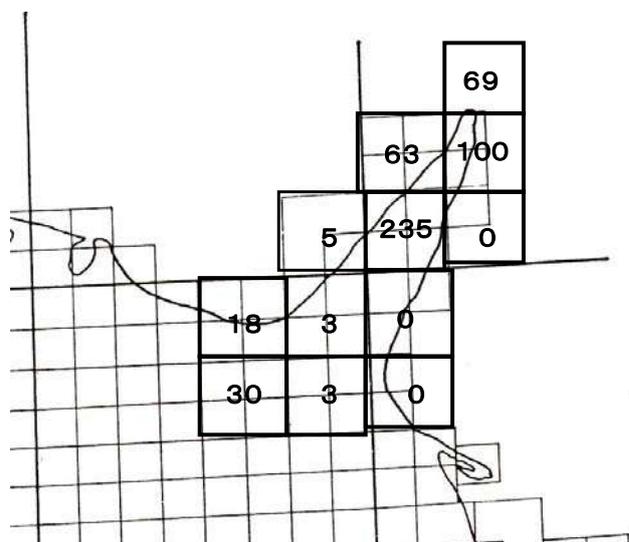


図2. 知床半島地域五万分の一地形図における標本点数 (SAPS 合弁花類)

表1. 知床半島地域地形図名（都道府県別メッシュマップ（環境庁））

| (X) | (Y) | 1/50,000地形図名・位置 | 1/25,000地形図名 | 該当地名 |
|-----|-----|-----------------|--------------|------------------------------|
| 7 | 10 | 知床岬①・左上 | — | |
| 7 | 9 | 知床岬①・左下 | 知床岬① | 【小部分】知床岬夫婦岩、灯台 |
| 8 | 10 | 知床岬①・右上 | — | |
| 8 | 9 | 知床岬①・右下 | — | |
| 5 | 8 | 知床岬②・左上 | — | |
| 5 | 7 | 知床岬②・左下 | — | |
| 6 | 8 | 知床岬②・右上 | 知床岬② | 【小部分】カパールワタラ |
| 6 | 7 | 知床岬②・右下 | ルシャ川 | チャカパパイ川、テッパンベツ川、ポープタの沢、ルシャ川 |
| 7 | 8 | 知床岬③・左上 | 知床岬③ | ウイーヌプリ、獅子岩、念仏岩、ペキンノ鼻、ポロモイ岳 |
| 7 | 7 | 知床岬③・左下 | 知床岳① | 相泊、ウナキベツ川、化石浜、崩浜、知床岳、知床沼、瀬石 |
| 8 | 8 | 知床岬③・右上 | — | |
| 8 | 7 | 知床岬③・右下 | — | |
| 3 | 6 | 宇登呂・左上 | — | |
| 3 | 5 | 宇登呂・左下 | — | |
| 4 | 6 | 宇登呂・右上 | — | |
| 4 | 5 | 宇登呂・右下 | 宇登呂 | 宇登呂西側、オシンコシン崎、遠音別、チャシコツ原野 |
| 5 | 6 | 羅臼①・左上 | 知床五湖 | 岩尾別、極楽平、知床五湖 |
| 5 | 6 | 羅臼①・左下 | 知床峠 | 宇登呂東側、知床峠、知西別岳、幌別、羅臼湖 |
| 6 | 6 | 羅臼①・右上 | 硫黄山 | 硫黄山、カムイワッカの滝、サシルイ岳、知円別岳、ルシャ山 |
| 6 | 5 | 羅臼①・右下 | 羅臼 | サシルイ川、知床大橋、三ツ峯、羅臼岳、羅臼平、羅臼本町 |
| 7 | 6 | 羅臼②・左上 | 知床岳② | 北浜、昆布浜、トツカリカムイ岳、ルサ川 |
| 7 | 5 | 羅臼②・左下 | — | |
| 8 | 6 | 羅臼②・右上 | — | |
| 8 | 5 | 羅臼②・右下 | — | |
| 1 | 4 | 斜里・左上 | 清里① | 【小部分】止別北部 |
| 1 | 3 | 斜里・左下 | 清里② | 清里町、濤釣沼 |
| 2 | 4 | 斜里・右上 | 斜里① | 【小部分】以久科原生花園北東部 |
| 2 | 3 | 斜里・右下 | 斜里② | 以久科原生花園、斜里町 |
| 3 | 4 | 峰浜・左上 | 峰浜 | 知布泊、日ノ出、峰浜 |
| 3 | 4 | 峰浜・左下 | 朱円 | 小海別岳 |
| 4 | 4 | 峰浜・右上 | 真鯉 | オンネベツ川中上流、金山川、真鯉沢 |
| 4 | 3 | 峰浜・右下 | 海別岳 | 海別岳 |
| 5 | 4 | 八木浜・左上 | 遠音別岳① | 遠音別岳 |
| 5 | 3 | 八木浜・左下 | 根室峯浜 | 植別川中下流、峯浜町 |
| 6 | 4 | 八木浜・右上 | 遠音別岳② | 松法町、八木浜町 |
| 6 | 3 | 八木浜・右下 | — | |
| 1 | 2 | 斜里岳・左上 | 札弦 | 神威、札弦 |
| 1 | 1 | 斜里岳・左下 | 緑 | 清泉一区、清泉二区、緑 |
| 2 | 2 | 斜里岳・右上 | 斜里岳 | 斜里岳、清岳荘 |
| 2 | 1 | 斜里岳・右下 | サマツケヌプリ山 | サマツケヌプリ山 |
| 3 | 2 | 武佐岳・左上 | 瑠辺斯岳 | 瑠辺斯岳 |
| 3 | 1 | 武佐岳・左下 | 俣落岳 | 俣落岳 |
| 4 | 2 | 武佐岳・右上 | 西古多糠 | 薫別岳 |
| 4 | 1 | 武佐岳・右下 | 武佐岳 | 川北温泉、金山の滝、武佐岳 |
| 5 | 2 | 薫別・左上 | 薫別 | 薫別、崎無異 |
| 5 | 1 | 薫別・左下 | 伊茶仁① | 伊茶仁、忠類川下流 |
| 6 | 2 | 薫別・右上 | — | |
| 6 | 1 | 薫別・右下 | 伊茶仁② | 【小部分】標津川河口 |

表 2. 採集年月日による知床半島地域の合弁花類植物標本（北大総合博物館所蔵）（非公開）

表 3. 地形図名による知床半島地域の合弁花類植物標本（北大総合博物館所蔵）（非公開）

表 4. 科名・和名順による知床半島地域の合弁花類植物標本（北大総合博物館所蔵）（非公開）

表5. 知床半島地域の地形図メッシュ毎の採集標本点数（北大総合博物館合弁花類植物）

| 1/50,000地形図名・ 位置 | 1/25,000 地形図名 | 標本点数 | 該当地名 |
|---------------------|------------------|------|------------------------------|
| 知床岬①・左上 | — | — | — |
| 知床岬①・左下 | 知床岬① | 69 | 【小部分】知床岬夫婦岩、灯台 |
| 知床岬①・右上 | — | — | — |
| 知床岬①・右下 | — | — | — |
| 知床岬②・左上 | — | — | — |
| 知床岬②・左下 | — | — | — |
| 知床岬②・右上 | 知床岬② | — | 【小部分】カパールワタラ |
| 知床岬②・右下 | ルシャ川 | 63 | チャカパパイ川、テッパンベツ川、ポープタの沢、ルシャ川 |
| 知床岬③・左上 | 知床岬③ | — | ウイーヌブリ、獅子岩、念仏岩、ペキンノ鼻、ポロモイ岳 |
| 知床岬③・左下 | 知床岳① | 100 | 相泊、ウナキベツ川、化石浜、崩浜、知床岳、知床沼、瀬石 |
| 知床岬③・右上 | — | — | — |
| 知床岬③・右下 | — | — | — |
| 宇登呂・左上 | — | — | — |
| 宇登呂・左下 | — | — | — |
| 宇登呂・右上 | — | — | — |
| 宇登呂・右下 | 宇登呂 | 5 | 宇登呂西側、オシンコシン崎、遠音別、チャシコツ原野 |
| 羅臼①・左上 | 知床五湖 | 94 | 岩尾別、極楽平、知床五湖 |
| 羅臼①・左下 | 知床峠 | 7 | 宇登呂東側、知床峠、知西別岳、幌別、羅臼湖 |
| 羅臼①・右上 | 硫黄山 | 76 | 硫黄山、カムイワッカの滝、サシルイ岳、知円別岳、ルシャ山 |
| 羅臼①・右下 | 羅臼 | 58 | サシルイ川、知床大橋、三ツ峯、羅臼岳、羅臼平、羅臼本町 |
| 羅臼②・左上 | 知床岳② | — | 北浜、昆布浜、トッカリカムイ岳、ルサ川 |
| 羅臼②・左下 | — | — | — |
| 羅臼②・右上 | — | — | — |
| 羅臼②・右下 | — | — | — |
| 斜里・左上 | 清里① | 1 | 【小部分】止別北部 |
| 斜里・左下 | 清里② | — | 清里町、湊釣沼 |
| 斜里・右上 | 斜里① | — | 【小部分】以久科原生花園北東部 |
| 斜里・右下 | 斜里② | 17 | 以久科原生花園、斜里町 |
| 峰浜・左上 | 峰浜 | 3 | 知布泊、日ノ出、峰浜 |
| 峰浜・左下 | 朱円 | — | 小海別岳 |
| 峰浜・右上 | 真鯉 | — | オンネベツ川中上流、金山川、真鯉沢 |
| 峰浜・右下 | 海別岳 | — | 海別岳 |
| 八木浜・左上 | 遠音別岳① | — | 遠音別岳 |
| 八木浜・左下 | 根室峯浜 | — | 植別川中下流、峯浜町 |
| 八木浜・右上 | 遠音別岳② | — | 松法町、八木浜町 |
| 八木浜・右下 | — | — | — |
| 斜里岳・左上 | 札弦 | — | 神威、札弦 |
| 斜里岳・左下 | 緑 | — | 清泉一区、清泉二区、緑 |
| 斜里岳・右上 | 斜里岳 | 30 | 斜里岳、清岳荘 |
| 斜里岳・右下 | サマツケヌ | — | サマツケヌブリ山 |
| 武佐岳・左上 | 瑠辺斯岳 | 3 | 瑠辺斯岳 |
| 武佐岳・左下 | 俣落岳 | — | 俣落岳 |
| 武佐岳・右上 | 西古多糠 | — | 薫別岳 |
| 武佐岳・右下 | 武佐岳 | — | 川北温泉、金山の滝、武佐岳 |
| 薫別・左上 | 薫別 | — | 薫別、崎無異 |
| 薫別・左下 | 伊茶仁① | — | 伊茶仁、忠類川下流 |
| 薫別・右上 | — | — | — |
| 薫別・右下 | 伊茶仁② | — | 【小部分】標津川河口 |

II. 羅臼湖周辺の植物相調査

高橋英樹¹・岩崎 健²

1. 北海道大学総合博物館、2. 北海道大学農学部

1. はじめに

1-1. 研究の背景と目的

知床半島は北海道の北東端に位置し、長さは約 65km、幅は最も広い基部で 25km ほどである (図 1)。古くからアイヌが居住していたが、和人による開発は江戸期の松前藩によるシヤリ場所、ネモロ場所の設置によるニシンやサケ・マスなどの漁業資源の利用が始まりである。その後 1859 年には会津藩の硫黄採掘事業が始まり地下資源も利用されるようになった。地下資源については 1873 年に米国人技術者ライマンによる地質調査をはじめ数度の調査があり、また実際に硫黄山・海別岳で硫黄鉱、羅臼で硫化鉄が採掘されるなど期待された時期もあった (石川 1967、竹内 1987、中川ら 2005)。また漁業、鉱物資源利用の他に、半島に残された未利用地は農業面でも注目されることになる。斜里側では 1912 年のチャシコツ原野入植に始まり、以降原生林の伐採と開墾が進んで、現在ではその隔離された環境からウトロ付近の海食台上は種子用馬鈴薯の重要な生産地となっている (竹内 1987、合地ら 1992、中川ら 2005)。このように知床半島の利用が進む中で、半島内の陸上交通も整備された。初めは海上と海岸の徒歩移動でまかなわれていたが、1958 年に斜里－ウトロ間の道路が開通し、バスの運行も始まった。

このように交通網が整備されていく中で、知床半島の観光資源としての価値も高まってきた。この点で 1963 年に始まった知床横断道路の開削 (1980 年開通) は画期となるものであった。この道路は半島西側のウトロと東側羅臼の間に位置する山岳部分を横断して結ぶもので、環境に与える影響も指摘された (青い海と緑を守る会 1981) が、知床観光の目玉の一つとして広く宣伝もされている。知床半島は時代を経るにつれて、農林・水産業、鉱業、観光と利用の形態が変化してきているが、その一方で原始的景観が評価され、保護政策がとられてきた地域でもある。1964 年 6 月 1 日に国立公園に、1980 年 2 月 4 日には遠音別岳周辺が原生自然保全地域に指定されている (国立公園 38,633ha、原生自然保全地域 1,895ha)。そして 2005 年には陸域と海域の複合生態系、自然の原始性が評価されてユネスコの世界自然遺産に登録された (約 71,000ha)。

現在、知床半島への観光客が増加しており自然を利用するという特性上その保護と利用が大きな問題となり、自然環境の現状把握・モニタリングが必要とされている。中でも現状把握の緊急性の高い地域に山岳湿原が挙げられる。山岳に形成された湿原は橘 (2002) の指摘するように一旦荒廃が始まると破壊が早く進んでしまう脆弱なもので、道内でも登山者が入るだけで

荒廃が進んでしまった実例がいくつか報告されている（橘ら 1988、1989、2002）。知床半島には羅臼湖周辺、二つ池、知床沼周辺などの山岳湿原が存在するが、これら地域はそれぞれアプローチのしやすさに差がある。特に山道を 1 日以上歩かなくてはならない二つ池や知床沼周辺に比べて、知床横断道路から木道なども整備された登山道が伸び、往復 3 時間ほどで訪れることのできる羅臼湖周辺は最もアプローチがよい場所である。そのため知床半島の観光が発展していく中で利用人数の増加とそれに伴う自然環境の悪化が危惧される。

研究史で後述するように知床半島の植物相（フロラ）は現在までにその概要が解明された段階だが、半島内の特定地域を対象としたフロラは山岳地帯を扱った大竹（1964）や知床岬を扱った館脇（1966）など少数しか作成されておらず、植物の半島内地理分布情報はいまだ不十分であるのが現状である。またリストには掲載されているものの残念ながら証拠標本が追跡できない植物種が多数ある。過去の調査は短期間に広い範囲を調査したものが多く、期間や踏査ルートの中で調査密度が低い地域も認められる。羅臼湖周辺もそのような地域の 1 つであると考えられる。

以上のような背景を受けて、羅臼湖周辺地域を調査対象とし、植物標本を採集しそれに基づいた植物リスト作成を試みた。該当地域フロラの概要把握の他に、特に次のことに注意を払った。1. 過去の調査密度の補完（知床新産植物の探索）：過去の研究は 7、8 月の特定の時期に短期間で行われていたことから、調査密度の薄い時期の植物を見落としている可能性がある。また調査ルートは登山道沿いなど特定の場所に集中しているため、未調査領域にこれまで発見されていない植物が残存している可能性がある。今回の調査は長期間にわたり調査地域を限定して行うことから、これらを補うことができる。2. 過去との対比：羅臼湖周辺では過去に数度の植物調査がおこなわれ、当時生育している植物が記録されているので、これとの比較を行う。3. 希少植物の現状把握：希少植物を保護する上で、具体的な産地情報は欠くことのできないものである。今回は羅臼湖周辺にどのような希少種が生育するのか、リストアップを試みた。4. 外来種の現状把握：羅臼湖には知床横断道路から整備された登山道が伸び、往復 3 時間ほどのトレッキングコースとなっている。斉藤（1985）らが述べているように知床横断道路には開通当初から帰化植物が侵入している。そのためこれら帰化植物が羅臼湖周辺に侵入する危険性があり、生育の有無を確認することも目的とした。

1-2. フロラ研究の歴史

知床半島の植物学研究史は、佐藤（1981、2005）に簡潔にまとめられている。これを参考に、知床半島のフロラ研究と羅臼湖を対象とした研究を再整理した。なお、地名の呼び名に関しては現在と若干異なるが、各研究において使用されている地名とした。

知床半島のフロラ研究は、原（1930）に始まる。原は 1928・1929 年に羅臼岳以北の知床半島を対象とし、海岸地帯（知床岬、瀧の下、テッパンベツ漁場、硫黄山漁場、ルサ川～セセキ（根室側））、森林地帯（テッパンベツ川、ルシャ川、硫黄山北西方尾根、羅臼岳西方尾根、ル

サ川)、山地帯 (知床岳、硫黄山北西方尾根、カムイワッカ川上流、羅臼岳～硫黄山の稜線) など幅広い環境を踏査して植物相を報告し、また分布に特徴のあったハイマツについても触れている。館脇は7月中旬の数日間、北見側の海岸地帯、特にウトロの周辺と知床岬を中心に採集し、日本新産となるチシマコハマギクを報告した (館脇 1947)。また沿岸地帯の植物を概説し、特に分布の面から興味深い数種の植物について述べ (館脇 1949)、網走道立公園の学術調査報告の中にこれを補足してまとめている (館脇 1954a)。また同報告書の中で宮田 (1954) が遠音別、ウトロ、岩尾別、ルシャ、知床岬付近の森林植生について概説している。森林植生については館脇 (1954b) も知床岬、ルシャ、岩尾別、ウトロ、遠音別、知布泊、島戸狩に調査区を設け、さらに年来の調査結果を総括して詳細に述べている。これにより半島の北見側と突端付近の森林概況が大きく解明された。これと同時に山岳地帯について鮫島 (1954) がチャカパパイ川沿いに知床岳を、三角ら (1954) がカムイワッカ川から硫黄山と羅臼岳の国境稜線、岩尾別川までを踏査し、植物相調査を行っている。このときまでの結果に基づいて知床半島のフロラリストが作成されている (592 種 1 亜種 30 変種 6 品種、館脇 1954b)。後日、大竹はこれら調査結果の中からハイマツ帯以上に生育する植物だけを編成して、知床半島の高地帯のフロラを発表している (大竹 1964)。その後、帯広畜産大学の学術調査団が知床に入りフロラ調査も行っている (池田、斉藤 1962)。この調査では7月下旬～8月上旬の2週間ほどの間にウトロ～岩尾別の海岸と台地、岩尾別大沼、知床岬、羅臼岳 (ウトロ側)～硫黄山、トビニタイ～ラウス、トビニタイ～チエンベツ、知床岳 (ウキナベツ川沿い)、ウキナベツ海岸を踏査し、400 種余りの維管束植物を報告している。館脇らは1962年7月、1964年7月に知床岬の海蝕台地を調査し、知床岬の植生図と土壌図、フロラリストを作成している (館脇 1966)。これにより知床岬は、以前から考えられていたような珍しい植生は少ないことが明らかになった。川代善一は北見営林局局員で知床半島も含め北見管内で植物調査を精力的に行っていたが、1968年館脇操が中心となりその遺稿を発表した (川代 1968)。その中の高山の植物分布表には羅臼岳も記されている。また川代の残した標本は北大植物標本庫 (SAPS) にも見ることができる。

この当時までの研究では、登山道もなくアプローチの困難な遠音別岳周辺が未調査になっていたが、1970～1976年にかけて京都大学の吉村健次郎が遠音別岳～知床岬までの稜線を踏査しこれを報告した (吉村 1976)。この調査ではいくつかの知床新産種を得るとともに、それまで硫黄山付近にしか知られていなかったシレットコスミレを遠音別岳北鞍部で確認したことが注目される。1979・1980年7～8月に北海道によって知床半島全域を対象とした総合調査が行われた (鮫島ら 1981)。この調査では海岸から山岳地域にまで設けた35箇所の調査区の植生を調べるとともに、半島を広く踏査して73種14変種1品種の維管束植物を新たに追加した。また調査と既存文献のまとめから、知床半島のフロラリストを作成している (744種55変種2品種)。遠音別岳周辺は原生自然環境保全地域に指定されていたことから、1984年6月下旬～8月上旬に環境庁によって再び総合調査がなされた。この中で7月下旬に羅臼湖～遠音別岳のフロラ調査も行われ、過去の調査を補完するとともに過去採集した標本を再同定して、合わせて40種2

変種 1 品種の知床新産植物を確認した。そしてあらためて知床半島のフロラリストを作成し、817 種 59 変種 18 品種を報告している（佐藤ら 1985）。知床半島では 1963 年に知床横断道路の開削が始まり 1980 年に開通しているが、この開通直後に道立林業試験場の斉藤新一郎が知床横断道路沿いのフロラを調べて報告している（斉藤 1985）。この調査は知床横断道路の全線ではなくウトロ～知床峠付近までが調査対象であるが、特に外来の植物種の変化を知る上で貴重な資料である。知床のフロラは以上のように概要が解明されてきており、現在では外来種を含め 108 科 906 種 5 亜種 30 変種 2 品種の維管束植物が報告されている（中川ら 2005）。

羅臼湖周辺を対象とした植物研究については、北海道教育委員会による総合調査（武田 1967、辻井 1967）がなされ、羅臼湖湿地群の保護の必要性が述べられた。また北海道による総合調査（鮫島ら 1981）では羅臼湖と三の沼周辺の植生が調査されている。さらに 1984 年環境庁の遠音別岳周辺の総合調査時に羅臼湖周辺のフロラ、植生、土壌の調査が行われた。フロラ調査ではイトキンポウゲ、シュミツスゲなどの知床新産植物が確認されている。植生調査では一の沼～五の沼、アヤメが原、羅臼湖北東岸の湿原の 7 箇所を対象とし、これはしばらく後に橋（2006）として発表された。土壌調査では羅臼湖北東岸の泥炭の年代測定が行われた（勝井ら 1985）。1986 年 8 月には滝田（未発表）が、登山道沿いに羅臼湖までフロラ調査を行っているが、調査結果は公表されていない。1991 年、羅臼湖を訪れた勝山が日本新産となるラウススゲを発見している（勝山 1995）。この他、湿原堆積物から植生の変遷を推定した研究も行われている（松田・前田 1987）。

以上、知床半島全体と羅臼湖周辺を対象とした植物研究史の概略を述べた。これらによって知床半島の大まかなフロラは明らかにされているものの、証拠標本番号が明示されていない植物種が多い。また羅臼湖周辺については、植生研究はよく行われているもののフロラ研究は 7、8 月ごろに短期間に行ったものしかないことがわかる。

2. 調査地の概要

知床半島の中軸には千島火山帯に属する知床火山群が通り（鈴木・石川 1954）、急峻な山脈を形成している。この山脈は新第三系の山脈の上に多数の第四紀火山が噴出したもので、さらに知床岳火山群、知床硫黄山火山群、遠音別岳火山群、海別岳火山群の 4 つの火山群に分けられる（鈴木・石川 1954、勝井ら 1985 など）。またその地質は、基底となる第三紀層の上に火山噴出物が堆積したものである。ただし、半島の南部から基部に至ってはそれが露出しているところも多く見られる（鈴木・石川 1954、勝井ら 1985 など）。

羅臼湖（N44°0'30"、E145°01'30"、標高 750m）はこの脊梁山脈の東側、知西別岳と天頂山との間の凹地にある（図 2）。羅臼湖は溶岩の流動面を天頂山の溶岩流がせき止めて滞水したものである（勝井ら 1985）。数百年の単位で水位変動もあったと推定されるが（松田、前田 1987）、湖形成から泥炭の堆積が始まり湖岸には所々湿原が発達している。この北東岸の湿原では基底となる溶岩の岩塊上に、3 層の火山灰層を含んだ 134cm の厚さの泥炭が堆積している。なおこ

の泥炭の堆積は2500～3000年前に始まったことが明らかにされている(勝井ら1985)。これ以外にも羅臼湖周辺の溶岩台地上にはいくつか小湿原が発達していて、登山道沿いにもその一部(一～五の沼、アヤメが原)を見ることができる。

羅臼湖の気温を羅臼町のアメダスデータ(N44°01'20" E145°11'40")と気温の遞減率(-0.55°C/100m)から求めると最暖月8月12.8°C、最寒月2月-9.5°C、年平均1.2°Cである(図3)。またここから暖かさの指数及び寒さの指数(吉良1948、1949など)を求めるとそれぞれ21.1、-66.9で、亜寒帯に含まれる。降水量は羅臼で1620mmであるが、松本(1985)が指摘するように半島の山岳部は平地より多雨であるので、羅臼湖周辺の降水量も同様の傾向を示すと思われる。なおウトロ(N44°01'20" E145°00'10")も羅臼湖に近くデータが得られるものの、こちらは脊梁山脈の西側であるので今回の解析には用いなかった。

羅臼湖周辺の植生は、ダケカンバ林、ハイマツ群落が大半を占め、それらが生育しにくい湿原域に湿原植物群落やチシマザサ群落・クマイザサ群落が、雪田に高山草原植物が、また沢筋にはミヤマハンノキ群落が主に成立している(鮫島ら1981)。

また前述のように半島内でも希少な存在である湿原域は過去に植生面からは詳細な調査が行われた。橋(2006)はその群落型を解析し、それによると水生植物群落2タイプ(チシマミクリ群落、フトヒルムシロ群落)、低層湿原植生3タイプ(ミズドクサ-ウロコミズゴケ群落、ミツガシワ-ミヤマカギハイゴケ群落、ヤチスゲ-オオアゼスゲ群落)、高層湿原小凹地植生1タイプ(ヤチスゲ-ホロムイソウ群落)、高層湿原ローン植生2タイプ(チングルマ-イボミズゴケ群落(典型群・ホロムイソウ群))、高層湿原小凸地植生1タイプ(オオアゼスゲ-チャミズゴケ群落)、中間湿原植生1タイプ(イワノガリヤス-ヒオウギアヤメ群落)がある。また羅臼湖周辺湿原の主要な植生であるチングルマ-イボミズゴケ群落は、道内の湿原ではヌマガヤ-イボミズゴケ群団に属するタイプであり、その組成的特徴から北海道の多雪山地の湿原である雨竜沼、群馬岳、およびニセコ山地神仙沼の群落と同じタイプの群落であるという。

3. 方法

調査は2005年5月下旬～9月下旬にかけて、①5/26～27②6/11～14③6/26～7/4④7/20～27⑤8/10～15⑥8/28～9/3⑦9/24～26の計7回行った。調査は全て踏査によって行い、登山道のほか、湿原、雪田、崩壊地、風衝など出来る限り様々な環境を調査した(図4)。なお、植物はなるべく同定に適した開花期や結果期のものを採集するようにした。採集した植物はさく葉標本とし、後日同定を行った。同定は基本的に佐竹ら(1999)の「日本の野生植物」に依ったが、帰化植物は清水(2003)の「日本の帰化植物」、スゲ属植物は勝山(2005)の「日本のスゲ」、イネ科植物は長田(1989)の「日本イネ科図譜」に依り、また滝田(2001)の「北海道植物図譜」と北大植物標本庫(SAPS)の標本も適宜参考にした。なお学名はすべて「日本の野生植物」に準拠している。

その他、知床新産植物は中川ら(2005)や半島内でまとめられた既存のフロラリスト(研究史

参照)に記載のない植物とした。また環境庁(2000)、北海道(2001)の少なくともどちらか一方のレッドデータブックに掲載されていれば、希少植物として取り扱った。帰化植物は清水(2003)に掲載されている植物と、斉藤(1985)が非現地性植物とした植物である。この清水(2003)の帰化植物は海外からのものであるが、斉藤(1985)の非現地性植物とは、道路工事の張り芝とともに移動した海岸性の植物など、本来現地に自生しなかった国内からの移入植物を含んでいる。

4. 結果と考察

調査の結果、60科229種6変種1品種の維管束植物が確認された。この内訳はシダ植物8科18種1品種・裸子植物3科5種・被子植物は49科206種6変である。種数の多い5科を表1に示す。

4-1. 知床半島新産植物

今回11種の知床新産植物を確認した(図5、表2)。このうち、アリノトウグサ科:タチモ(*Myriophyllum ussriense*)、ホシクサ科:カラフトホシクサ *Eriocaulon sachalinense*、クシロホシクサ *Eriocaulon kusiroense* は科レベルでも知床新産となる発見である。以下、個々の新産植物について述べる。

タチモ(*Myriophyllum ussriense*)は日本各地の貧栄養の湖沼の浅水中や水辺に生育し、世界的には中国、ロシア東部、北アメリカ北部(稀)に分布する(角野1994)。羅臼湖内の泥質な立地に分布していて、特に北東岸の低層湿原には多数見受けられた。しかし本種は温暖な地方に生育する種で北海道では胆振・日高地方からしか報告がなく、羅臼湖周辺は温度環境の面で生育が厳しいのではないかと考えられる。今回の採集日は9月3日で開花時期だったが、過去この時期に羅臼湖で植物調査が行われたことはなく、開花期が遅いことが発見の遅れにつながったと思われる。なお羅臼湖は日本付近では北東端の個体群である可能性があり、貴重である(図6)。

カラフトホシクサ(*Eriocaulon sachalinense*)は湿原に成育し、北海道とサハリンに分布する(佐竹ら1999)。今回は一の沼に密生しているのが確認できた。目立つ植物ではないこと、生育している面積が狭いことから見落とされていたと思われる。また一の沼で採集できたのは8月29日であるが、タチモ同様に開花期の遅さも発見の遅れにつながったと思われる。

クシロホシクサ(*Eriocaulon kusiroense*)は北海道に分布する湿原に生える植物である。今回はアヤマが原の泥湿地上に密生していた。カラフトホシクサとは生育地の水環境が少し異なるように見受けられた。

ハリガネスゲ(*Carex capillacea*)は一般に山地のシイ・カシ帯~ブナ帯の湿地に生育し、国内では北海道、本州、九州、屋久島に分布する。世界的には朝鮮、台湾、中国、マレーシア、ヒマラヤ、オーストラリアに分布する(勝山2005)。今回の採集地は流入河川の源頭の1つであり、泥炭が分厚く堆積し高層湿原が形成されていた。周囲はトドマツやハイマツで気候的に

厳しい条件で生育しているものと思われる。実際に調査範囲内で確認できたのは採集地のみであり、カウントは出来なかったが個体数も少ないようである。

ムセンスゲ (*Carex livida*) は高層湿原に生育し、世界的には千島、カムチャッカ、朝鮮北部、ヨーロッパ北部、北アメリカ北部など広く分布するが、日本での生育地は大雪山と猿払湿原の2箇所である(勝山 2005)。今回の羅臼湖周辺は日本で3箇所目となる貴重な発見である(図7)。しかし生育が確認されたのはアヤメが原と五の沼の2箇所で、確認できた個体はそれぞれ60、10個体ほどと少ない。結実していた個体はさらに少なく、全体に生育があまりよくないようである。貴重な個体群だけに、今後の個体数の推移等モニタリングが必要である。

サギスゲ (*Eriophorum gracile*) は湿地に生え、日本では北海道と本州に分布し世界的には北半球に広く分布する(佐竹ら 1999)。道東各地の湿原にも広く生育し珍しい種ではないが、知床半島では報告がなかった。今回確認できたのはハリガネスゲと同一の場所だけで、個体数は結実個体で100個体前後であった。本種は結実していれば見分け易いことから、半島内での生育地は限られると考えられる。

ヒメワタスゲ (*Scirpus hudsonianus*) は山地の湿原に生育し、日本では北海道と八甲田に分布し、世界的には北半球の北部に広く分布する(佐竹ら 1999)。知床半島にも自生が予想される種であったが、これまで報告がなかった。今回確認できたのはハリガネスゲ、サギスゲと同一の場所だけである。個体による結実時期の差が大きく個体数は数えられなかったが、サギスゲと同程度の個体数と見受けられた。この種も結実していれば見分け易いことから、サギスゲ同様に半島内での生育地は限られていると考えられる。

シカクイ (*Eleocharis wichurae*) は平地から山地にかけての湿地に生育し、日本では北海道～琉球、世界では朝鮮、ウスリー、中国に分布する(佐竹ら 1999)。今回確認できたのはハリガネスゲ、サギスゲ、ヒメワタスゲと同一の場所だけで、カウントできなかったが個体数も少ないようである。

ヒメマイヅルソウ (*Maianthemum bifolium*) は日本では本州中部以北と北海道に分布し、世界的には朝鮮、中国、サハリン、カムチャッカ、シベリアに分布する(佐竹ら 1999)。今回採集したのは一の沼と二の沼の間の登山道脇で、ハイマツ林下である。羅臼湖周辺ではこれと同属のマイヅルソウ (*Maianthemum dilatatum*) がはるかに多かったが、場所により本種も見られた。

ミヤマフタバラン (*Listera nipponica*) は亜高山帯の針葉樹林下に生育し、北海道、本州中北部、四国(東赤石山)、九州(祖母山)、千島、ウスリーに分布する(佐竹ら 1999)。今回採集したのはヒメマイヅルソウと同一の場所であるが、羅臼湖周辺ではやや明るいハイマツ林下から所々で確認することができ、珍しくはなかった。

ヒロハノエビモ (*Potamogeton perfoliatus*) は日本各地の湖沼、まれに河川などにも生育する沈水植物で、世界的には南米を除き温帯に広く分布する(角野 1994)。今回は羅臼湖北側の浅水中に大群落を作っているのが確認できた。種の分布域から考えて自生が予想される種であったが、水中に生え踏査が及ばなかったことから発見が遅れたのだろう。

今回追加された新産植物は採集時期が遅いものも含まれていたが、ほとんどは7、8月に採集されたものである。そのため时期的な調査密度の不足よりも踏査ルートの密度不足のほうが重要だったことがわかった。また新産植物は、ヒメマイヅルソウとミヤマフタバランを除いて生育地が湿原である。今回は踏査密度が立地によって異なるので単純な比較は出来ないが、湿原は少しでも立地が違えば微少環境が大きく変わり、森林などに比べて知床半島内でもまだ未発見の植物が多数存在すると思われる。

4-2. 再確認できなかった植物

羅臼湖周辺は数度植物調査が行われたが（研究史参照）、これらの記録中には2006年の植物相調査で再確認できなかった植物がある。そのような植物にエゾゼンテイカ (*Hemellocharis middendorffii* var. *esculenta*) やシロミノハリイ (*Eleocharis margaritaceae*)、クロバナハンショヅル (*Clematis fusca*) が挙げられる。

一般にフロラ調査での植物の確認率は調査者の力量によるところが大きく、また確認率を100%にすることは極めて困難である（東海林ら1998）。そのため、再確認できなかった種が消滅したと考えることは出来ない。しかしこれらの中で特にエゾゼンテイカは1979年、1984年の植生調査（鮫島ら1981、橘2006）で比較的多かったという記録が残っている。そのため今回再確認できなかったことは、この種の個体数が減少したかあるいは開花数の年変動が大きいことを示していると思われる。

4-3. 帰化植物

本調査対象地域で確認された帰化植物はオオバコ (*Plantago asiatica* L. オオバコ科) 1種であり（図8）、確認された個体も少数であった。確認された場所は羅臼湖手前の登山道上で、周囲の植生は丈が低く明るい環境であった。またこの付近の登山道は、周囲の刈りわけが行われていた。

中川ら（2005）によると知床半島全体の植物が943分類群、帰化植物が83分類群なので半島全体の帰化率（帰化植物の分類群/全ての植物の分類群×100）は8.8%である。この値や帰化植物が侵入している他の日本の国立公園山岳地域の現状と比べると、羅臼湖周辺の植物相は良好に保たれているといえる。しかもオオバコの侵入個体数が少なかったことから、現在のところ帰化植物がこの付近の環境に与える影響は小さいと考えられる。今回確認されたオオバコについて以下に述べる。

オオバコ (*Plantago asiatica* L.) は日本在来の植物で、国内では北海道～琉球、世界的には千島、サハリン、中国、朝鮮まで東アジア一帯に分布する（佐竹ら1999）。日当たりのよい道端や荒地に普通に見られる多年草で、人里植物とも言われ、踏圧に強く、むしろ人の圧力がかかる環境を好んで生育する。一般に標高が上がるにつれて温度条件での生育環境が厳しくなるので（吉良1948など）、人里植物の中で低地から高地に上昇できる種は限られる。しかしオオバ

コは高地に適応できる植物の1つで、今回のような高地への侵入は日本各地で報告されており、特に登山道や観光施設など、人との関わり合いによる侵入が顕著に認められている（小滝ら 1964、Tachibana 1968、小滝ら 1971、山本 1985、橘ら 1991 など）。オオバコは知床横断道路沿いに過去から記録があり（斉藤 1985）、これらの地域と同様に登山者に運ばれて定着したのではないかと考えられる。

羅臼湖周辺のオオバコがどのように推移してきたかは不明であるが、今回結実している個体が確認されたことから、現地で世代交代が可能であると考えられる。また羅臼湖周辺が温度条件に余裕のあること（橘ら 1991 によると大雪山系姿見の池（標高 1590m、暖かさの指数 12.1、寒さの指数-115.0）でも生育が確認されている）、刈りわけや踏圧など適度に攪乱される環境であること、外部から種子が運搬されやすい立地であること、など生育に適した環境であるため、今後増殖することが考えられる。なお羅臼湖周辺以外に羅臼岳登山道でも確認されており（石川 2005）、半島内の山岳地帯で今後注意すべき帰化植物である。

4-4. 希少植物

羅臼湖周辺では 29 種の希少植物を確認した（表 3）。この中には新たに生育が確認された種が 5 種含まれる（表中で*のついたもの）。これに既存の 98 種（中川ら 2005）を加え、知床半島の希少種は 103 種となった。

特にランクに高いものは（国：絶滅危惧 I B 類・道：絶滅危機種以上にランクされるもの）、イトキンポウゲ (*Ranunculus reptans*)、タニマスミレ (*Viola epipsila* ssp. *repens*)、コイチョウラン (*Ephippianthus schmidtii*)、チシマミクリ (*Sparganium glomeratum*)、リシリビャクシン (*Juniperus communis* var. *saxatilis*) である。

今回の調査では、森林、湿原、風衝地、崩壊地などを広く踏査し、多様な立地から希少植物を確認することができた。希少植物の出現した立地は湿原が 21 種と最も多く、他は林床 4 種、岩地 2 種、草原 1 種、雪田 1 種となった（図 9）。これを佐竹ら（1999）に従い一般的な生育地ごとに分類すると、湿原域に草原性のもの 1 種が現れた他は採集地と一般的な生育地の環境は一致していた。このことから羅臼湖周辺はこれら希少植物の安定した生育地となっていることが予想される。羅臼湖周辺には湿地性の希少種が多数生育することが再確認された。以下に保護上注意すべき希少植物を取り上げる。

イトキンポウゲ (*Ranunculus reptans* 環境庁：EN、北海道：R) は池や沼の縁に生える多年草で（佐竹ら 1999）、知床では 1984 年に松井らによって羅臼湖周辺の湿原域から発見された（佐藤 1985）。当時の正確な発見場所は分からなかったが、今回羅臼湖で再発見した。ただし、場所は湖岸の一箇所の岩上のみで開花個体も確認できなかった。なお採集時期が 9 月下旬と時期的に遅かったため、この場所の個体がどの程度開花するのかは不明である。発見位置を図 10 に示す。

タニマスミレ (*Viola epipsila* ssp. *Repens* は環境庁：CR、北海道：CR) は高山の湿原または

湿地にはえる多年草で（佐竹ら 1999）、北海道（2001）によると日本では後志羊蹄山、余市山系、大雪山系、知床山系と北海道の限られた場所にしか生育が確認されていない。知床山系では知床沼で 1928 年に原忠平が採集した標本が北大植物標本庫（SAPS）に残されており、現在の知床植物リストにも掲載されている（中川ら 2005）。しかし近年は確実な報告がなく、現状の確認が最も急がれていたスマレ属植物であった（内田 2007）。しかし今回の調査で、羅臼湖岸一帯、羅臼湖北西の流入河川河口の湿地、知西別岳の羅臼湖付近の雪田地域で多数の個体を確認し、またこれらの地域に比するとごく少数であるが天頂山の火口跡でも確認することができた。生育地が広く、また開花期も場所により様々（6 月中旬～8 月上旬）だったため正確な個体数は把握できなかつたが、環境庁のカウント方式では 4（1000 以上）は確実と思われる。主な確認地域を図 11 に示す。

コイチヨウラン（*Ehippianthus schmidtii* 道：EN）は針葉樹林下に生える多年草である（佐竹ら 1999）。今回の調査では、登山道付近の 2 箇所を確認できた。今回確認した環境はダケカンバ林下であった。2 地点とも登山道のすぐわきなので、盗掘や踏圧など人為的圧力に注意が必要である。確認地点を図 12 に示す。他にも調査地の樹林内で散見された。

チシマミクリ（*Sparganium glomeratum* 国：EN、道：R）は高山の湿原の沼に生える多年草である（佐竹ら 1999）。今回の調査では、登山道から離れた湿地中の浅い沼中から採集できた。羅臼湖周辺で一の沼、三の沼、四の沼にもチシマミクリに似た植物が確認できるが、今年はこれらの地域から開花個体が得られず同定することは出来なかつた。確認地点を図 13 に示す。

リシリビャクシン（*Juniperus communis* var. *saxatilis*）は北地の草原や岩上、蛇紋岩地帯に生える常緑樹である（佐藤 2002）。今回の調査では、風衝地のハイマツ下から確認された。調査範囲内での生育個体は少ないと思われるが、標高が低いためだろう。確認地点を図 14 に示す。今回の調査範囲外であるが、ペレケ山付近の風衝地でも確認できた。

特にランクの高い希少種は以上のようなものであるが、登山道沿いに生育する希少種の情報も重要である。これを図 15、16 にまとめて示す。

4-5. 羅臼湖利用について考察・提言

4-5-1. 希少種保護の観点から

今回の調査から、羅臼湖周辺地域の中でも特に重要な地域があることが分かった。その中でも登山道が伸びている①アヤマが原②羅臼湖岸については今後の利用に際して保護が必要と考えられるので、注意を喚起しておく。

①アヤマが原は登山口～羅臼湖の中央に位置する湿原である。アヤマが原の南側は中央部に向けて泥質の湿地が広がっているが、今回の調査でこの泥湿地にムセンスゲが生育しているのが発見された。ムセンスゲは北半球の北部に分布の中心を持つ植物で、日本（北海道）は極東地方における分布の南端地域に当たる。国内の既存の生育地は大雪山と猿払湿原の 2 か所しかなく、羅臼湖周辺は 3 例目となる貴重な生育地である。この後、五の沼でも生育している個体

群が確認されたが、個体数の概算はアヤマが原 60~70、五の沼 10 程度で、個体数が非常に少ないうえにアヤマが原に偏って分布することが分かった。既存の登山道はアヤマが原の北端を通過しているのでこの生育地からは離れているが、アヤマが原の個体群が損なわれると知床半島のムセンスゲが危機に瀕することになるので注意したい。なおムセンスゲとほぼ同所に生育するホシクサ個体群も、アヤマが原を限られた生育地としている。

②羅臼湖岸の展望台の下にはすぐに湿原が広がっている。この地域にはタチモが多く分布していた。タチモは国や道の絶滅危惧のランクはさほど高くないが、暖地に分布の中心がある種であり「本州や北海道地域で普通種であっても知床では希少でわずかな場所に限定されて生育している場合」（佐藤 2005）にあたる。広地域レベルではそれほど希少と指定されていなくとも、このような温帯種は間違いなく羅臼湖や知床半島地域を特徴づけるものであり、保護対象とすべきである。現在羅臼湖岸の歩道は展望台で終点になりこれより先の地域の利用は少ないと思われるが、かつて三の沼で行われたような歩道の伸長（浅沼 2005）などを行わないように注意を促しておく。

4-5-2. 帰化植物侵入防止の観点から

帰化植物の調査結果からこの地域の植物相は良好に保たれていることが分かった。しかし、これは現在までの状態を示したまでなので今後の健全な植物相保護のために少し考察する。

今回羅臼湖周辺ではオオバコが少数確認された。本種は先に述べたように高地にも侵入し、人為的な攪乱のある環境を好むことから今後知床半島の山岳地域でも厄介な植物となるだろう。この地域で帰化植物の主な侵入方法と考えられる登山者による持ち込みを防ぐためには、アポイ岳や雨竜沼湿原などで行われている靴洗い場の設置は有効な手段である。しかしこれは現実に実行可能かどうかという問題が伴うので、事例を述べるにとどめておく。

ところで人為攪乱のある明るい場所を好むというオオバコの性質であるが、これは山岳地帯の外来植物（小滝ら 1964、Tachibana 1968、小滝ら 1971、山本 1985、橋ら 1991 など）の共通した性質であることがわかる。今回オオバコが確認された場所では登山道周囲の植生の刈りわけが見られたが、利用面からはともかく上述のような帰化種の性質から考えると、このような管理は帰化植物の制限の面ではあまり適当ではない。なぜなら日本各地の山岳地域の調査結果は、これら帰化植物は既存の植生が維持されている場所には侵入しにくいこと、人為攪乱が少なくなるとそれまで生育していた外来植物も在来植物に被圧されて自然と衰退していくことを報告している。そのため外来植物の制限の観点からは過度な刈りわけは控えるべきであり、こうすることで在来植物の生育が多数種の帰化植物の侵入や増殖に自然と抑止効果を発揮すると考えられる。この効果がどの程度になるかは事例により異なるだろうが、手間がかからず実行が容易であり、このような自然本来の力もこの地域の保護管理の中に活かしてゆきたいものである。



図1. 知床半島の位置



図2. 半島内での羅臼湖の位置

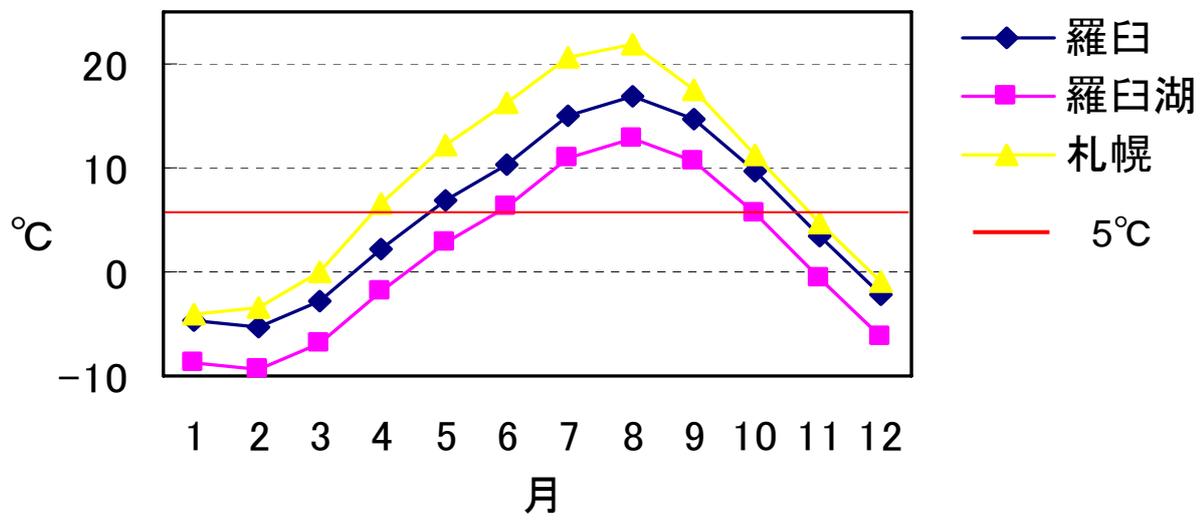


図3. 各地の平均気温

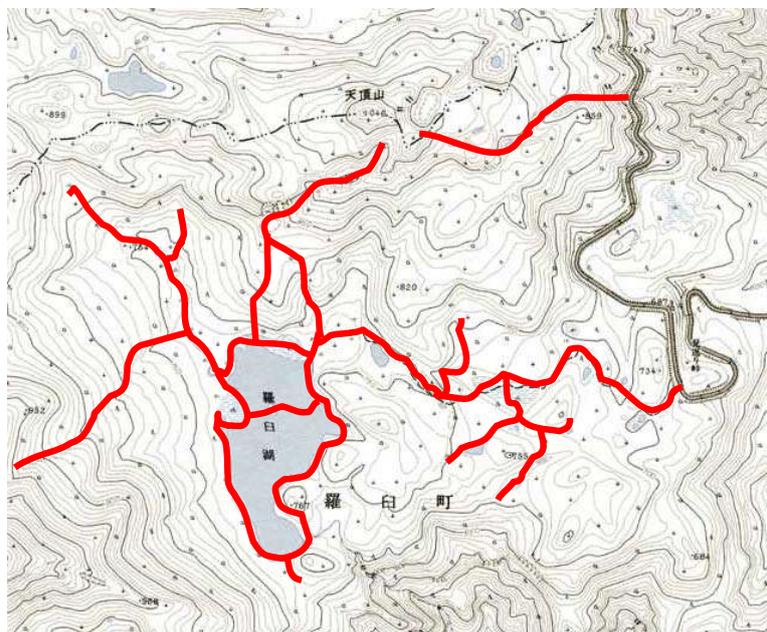


図4. 踏査ルート(概略図)

図5. 新産植物の生息地一覧 (非公開)

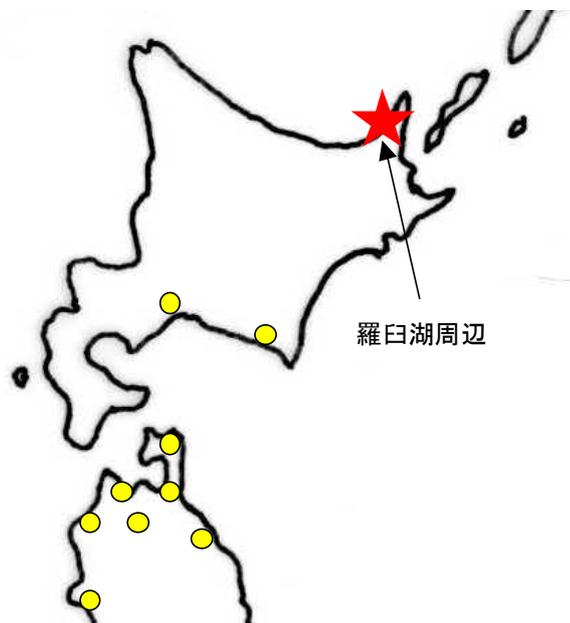


図6. タチモの分布 (角野(1994)を改変)

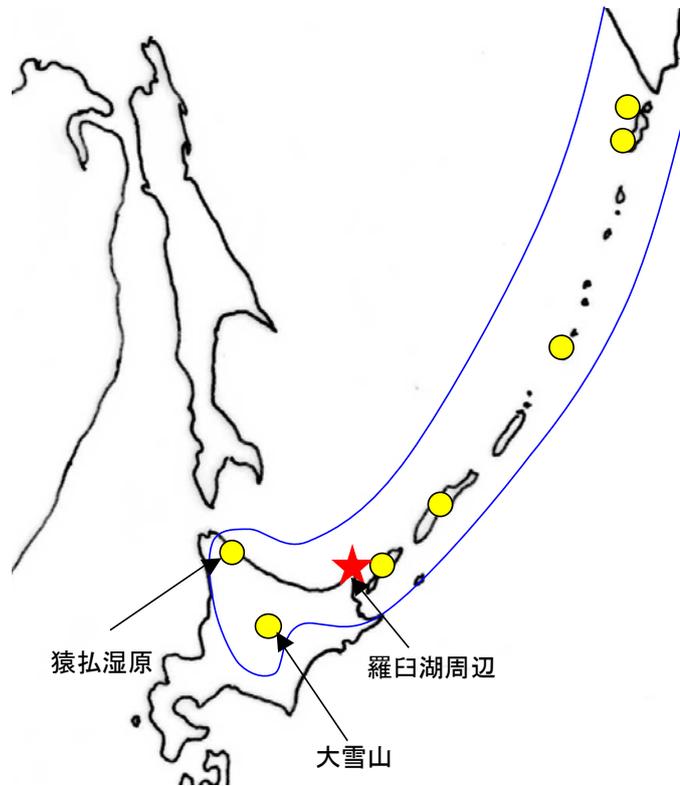


図7.ムセンスゲの分布(Hultén(1986)などを改変)



図8. オオバコの確認地点

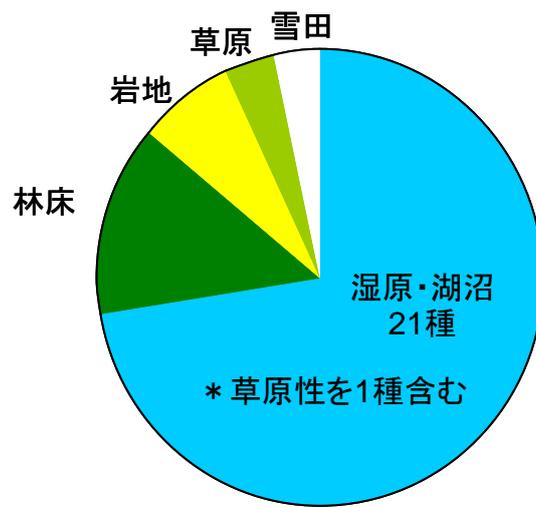


図9. 羅臼湖周辺の希少種の採取地環境

図 10. イトキンポウゲの生息地（非公開）

図11. タニマスミレの生育地(概略図)(非公開)

図 12. コイチヨウランの生育地(非公開)

図 13. チシマミクリの生育地(非公開)

図 14. リシリビャクシンの生育地(非公開)

図15. 登山道沿いに見られる希少植物（登山口～アヤマが原）（非公開）

表1 科ごとの種数の順位(5位まで)

| 科 | 種数 |
|-----------|--------|
| 1.カヤツリグサ科 | 33種1雑種 |
| 2.バラ科 | 16種3変種 |
| 3.ツツジ科 | 17種 |
| 4.キク科 | 12種1変種 |
| 5.キンポウゲ科 | 10種 |

表2. 知床半島新産植物

| 科名および種名(学名) |
|---|
| 双子葉離弁花類 |
| アリトウグサ科 |
| タチモ (<i>Myriophyllum ussuriense</i>) |
| 単子葉植物 |
| ホシクサ科 |
| カラフトホシクサ (<i>Eriocaulon sachalinense</i>) |
| クシロホシクサ (<i>Eriocaulon kusiroense</i>) |
| カヤツリグサ科 |
| ハリガネスゲ (<i>Carex capillacea</i>) |
| ムセンスゲ (<i>Carex livida</i>) |
| サギスゲ (<i>Eriophorum gracile</i>) |
| ヒメワタスゲ (<i>Scirpus hudsonianus</i>) |
| シカクイ (<i>Eleocharis wichurae</i>) |
| ユリ科 |
| ヒメマイヅルソウ (<i>Maianthemum bifolium</i>) |
| ラン科 |
| ミヤマフタバラン (<i>Listera nipponica</i>) |
| ヒルムシロ科 |
| ヒロハノエビモ (<i>Potamogeton perfoliatus</i>) |

表3. 羅臼湖周辺の希少植物リスト(*は新産)

| 種名 | 学名 | 国 | 道 |
|----------------------|--|----|----|
| タヌキモ | <i>Utricularia vulgaris</i> var. <i>japonica</i> | VU | R |
| エゾコザクラ | <i>Primula cuneifolia</i> var. <i>cuneifolia</i> | | R |
| エゾヒメクワガタ | <i>Veronica stelleri</i> var. <i>longistyla</i> | VU | |
| オクエゾサイシン | <i>Asiasarum heterotropoides</i> | | R |
| バイカモ | <i>Ranunculus nipponicus</i> var. <i>submersus</i> | | R |
| イトキンポウゲ | <i>Ranunculus reptans</i> | EN | R |
| チシマウスバスマミレ(ケウスバスマミレ) | <i>Viola hultenii</i> | VU | R |
| オオバタチツボスマミレ | <i>Viola langsdorfii</i> ssp. <i>sachalinensis</i> | VU | |
| タニマスミレ | <i>Viola epipsila</i> ssp. <i>repens</i> | CR | CR |
| *タチモ | <i>Myriophyllum ussuriense</i> | NT | R |
| *ムセンスゲ | <i>Carex livida</i> | VU | R |
| タカネハリスゲ(ミガエリスゲ) | <i>Carex pauciflora</i> | VU | |
| シュミットスゲ | <i>Carex schmidtii</i> | VU | VU |
| ヒロハオゼヌマスゲ | <i>Carex traiziscana</i> | NT | |
| *ヒメワタスゲ | <i>Scirpus hudsonianus</i> | NT | |
| *カラフトホシクサ | <i>Eriocaulon sachalinense</i> | VU | R |
| *クシロホシクサ | <i>Eriocaulon kusiroense</i> | VU | R |
| ミヤマホソコウガイゼキシヨウ | <i>Juncus kamtschatscensis</i> | | R |
| コイチヨウラン | <i>Ephippianthus schmidtii</i> | | EN |
| ミヤマフタバラン | <i>Listera nipponica</i> | | R |
| アリドオシラン | <i>Myrmechis japonica</i> | | R |
| タカネトンボ | <i>Platanthera chorisiana</i> | VU | |
| ホソバノシバナ | <i>Triglochin palustre</i> | VU | |
| ホソバウキミクリ | <i>Sparganium angustifolium</i> | VU | R |
| タマミクリ | <i>Sparganium glomeratum</i> | VU | |
| チシマミクリ | <i>Sparganium hyperboreum</i> | EN | R |
| ヒメミズニラ | <i>Isoetes asiatica</i> | VU | VU |
| ミヤマイワデンダ | <i>Woodsia ilvensis</i> | | R |
| リシリビヤクシン | <i>Juniperus communis</i> var. <i>saxatilis</i> | EN | VU |

5. 参考文献

- 青い海と緑を守る会 (1981) : 知床横断道路事後調査報告書 (北海道自然保護団体連合)
- 浅沼孝夫 (2005) : 「羅臼湖」知床ライブラリー⑥ 知床の植物 I p78-101
- 大原準之助 (1964) : 「知床半島の植物瞥見」北見林友 (北見営林局) p6-11
- 大竹英二郎 (1964) : 「知床半島の高山植物」釧路市立郷土博物館館報 No.154.155 p 74-78
- 角野康郎 (1994) : 日本水草図鑑 (文一総合出版)
- 勝井義雄・五十嵐八枝子・合地信生・Kevin Johnson・池田稔彦・大瀬昇 (1985) : 「知床半島遠音別岳原生自然環境保全地域および周縁の地質」遠音別岳原生自然環境保全地域調査報告書 (環境庁自然保護局) p37-112
- 川代善一 (1968) : 「北見営林局管内の高山植生分布表」館脇操・監修 川代善一遺稿集・北見の植物とともに (林野弘済会北見支部) p172-185
- 環境庁自然保護局野生生物課 (2000) : 改定・日本の絶滅のおそれのある野生生物 -レッドデータブック- 植物 I (維管束植物)
- 吉良竜夫 (1948) : 「温量指数による垂直的な気候帯のわかちかたについて」寒地農学 vol.2 No.4 p143-173
- 吉良竜夫 (1949) : 林業解説シリーズ 17 日本の森林帯 (日本林業技術協会)
- 吉良竜夫 (1976) : 「大生態系 (群系) の類別と分布」生態学講座 2 陸上生態系-概論- (共立出版) p12-47
- Tatuo Kira (1977) : 「A Climatological Interpretation of Japanese Vegetation Zones」VEGETATION SCIENCE AND ENVIRONMENTAL PROTECTION (MARUZEN CO., LTD., Tokyo) p21-30
- 小滝一夫・岩瀬徹 (1964) : 「人里植物の分布から見た丹沢地域の原始性」丹沢/大山 学術調査報告書 (神奈川県) p226-246
- 小滝一夫・岩瀬徹・伊藤義男 : 「富士山における人為作用に伴う植生の動態」富士山 富士山総合学術調査報告書 (富士急行株式会社) p512-539
- 原忠平 (1930) : 「知床半島の植物」北海道林業会報第 328 号 p16-23
- 北海道生活環境部自然保護課 (2001) : 北海道の希少野生生物・北海道レッドデータブック 2001
- Hultén, E & Fries, M. (1986) : ATLAS of NORTH EUROPEAN VASCULAR PLANTS I (Koeltz Scientific Books/D-6240/Königstein/Federal Republic of Germany) p248
- 池田好郎、斉藤稔 (1962) : 「知床半島の植物 (第 1 報)」帯広畜産大学学術調査団報告 p28-60
- 石川幸男 (2005) : 「羅臼岳」しれとこライブラリー⑥知床の植物 I (斜里町立知床博物館) p10-57
- 合地信生・松田功・増田泰 (1992) : ウトロの自然と歴史・郷土学習シリーズ第 14 集 (斜里町立知床博物館)
- 松田功、前田保夫 (1987) : 「羅臼湖畔の湿原堆積物からみた植生変遷」知床博物館研究報告第 8 集 p29-35
- 松本淳 (1985) : 「知床の気候」遠音別岳原生自然環境保全地域調査報告書 (環境庁自然保護局)

p17-36

三角享、大竹英二郎、豊国秀夫（1954）：「硫黄山～羅臼岳」知床半島の植生（北見営林局）、第2章V-2

宮田泰（1954）：「網走道立公園・知床半島の森林」網走道立公園知床半島学術調査報告（網走道立公園審議会）p70-74

中川元・合地信生・松田功・内田暁友（2005）：データブック知床・2005（斜里町立知床博物館）

斉藤新一郎（1985）：「斜里町知床横断道路沿いの植物目録」知床博物館研究報告第7集 p21-34

鮫島淳一郎（1954）：「知床岳の植物」知床半島の植生（北見営林局）、第2章V-1、p29-34

鮫島淳一郎、佐藤謙ほか（1981）：知床半島自然生態系総合調査報告書（総説・植物編）（北海道）

鮫島淳一郎、佐藤謙ほか（1981）：知床半島現存植生図概説（北海道）

佐竹義輔・大井次三郎・北村四郎・亘理俊次・富成忠夫編（1999）：日本の野生植物Ⅰ草本 単子葉類（平凡社）

佐竹義輔・大井次三郎・北村四郎・亘理俊次・富成忠夫編（1999）：日本の野生植物Ⅱ草本 離弁花類（平凡社）

佐竹義輔・大井次三郎・北村四郎・亘理俊次・富成忠夫編（1999）：日本の野生植物Ⅲ草本 合弁花類（平凡社）

佐竹義輔・原寛・亘理俊次・富成忠夫編（1999）：日本の野生植物 木本Ⅰ（平凡社）

佐竹義輔・原寛・亘理俊次・富成忠夫編（1999）：日本の野生植物 木本Ⅱ（平凡社）

佐藤謙（1981）：「高等植物研究小史」知床半島自然生態系総合調査報告書（総説・植物編）（北海道） p18-20

佐藤謙・西川恒彦・酒井聡樹・松井淳・甲山隆司・小池文人・小林正寛・伊藤浩司（1985）：「遠音別岳原生自然環境保全地域の維管束植物相」遠音別原生自然環境保全地域調査報告書（環境庁自然保護局） p115-169

佐藤謙（2005）：「知床の植物」しれとこライブラリー⑥知床の植物Ⅰ（斜里町立知床博物館） p174-197

佐藤謙（2005）：「保護への提言」しれとこライブラリー⑥知床の植物Ⅰ（斜里町立知床博物館） p198-213

佐藤孝夫（2002）：新版北海道樹木図鑑（亜璃西社）

鈴木醇、石川俊夫（1954）：「知床半島の地形及び地質」網走道立公園知床半島学術調査報告（網走道立公園審議会） p31-47

東海林克彦・箕輪隆一・稲川良（1998）：「ファオナ及びフロラ調査の精度に関する研究」ランドスケープ研究 61（4） p334-344

Tachibana, H. (1968) : 「Weed Invasion Upon The Mountain Areas In Mt. Hakkoda」 Ecological Review

Vol.17 No.2

- 橘ヒサ子・高梨智之・尾崎雄一（1988）：「登山者の踏みつけによる浮島湿原の植生と土壌環境の変化」北海道教育大学大雪山自然教育研究施設研究報告第23号 p37-55
- 橘ヒサ子・林大輔・斉藤員郎（1989）：「踏みつけによる大雪山系天人が原湿原の植生の変化」北海道教育大学大雪山自然教育研究施設研究報告第24号 p37-50
- 橘ヒサ子・坂下千佳・竹内健（1991）：「大雪山系旭岳地域における車道及び観光施設周辺の裸地に侵入した植物について」北海道教育大学大雪山自然教育研究施設研究報告第26号 p25-44
- 橘ヒサ子（2002）：「北海道の湿原植生とその保全」前川一步園財団創立20周年記念論文集・北海道の湿原（辻井達一・橘ヒサ子（編著））（北海道大学図書刊行会） p285-301
- 橘ヒサ子・佐々木純一・蓑島金次・佐藤雅俊（2002）：「雨竜沼湿原の植生変化と保全」前川一步園財団創立20周年記念論文集・北海道の湿原（辻井達一・橘ヒサ子（編著））（北海道大学図書刊行会） p251-265
- 橘ヒサ子（2006）：「知床半島羅臼湖周辺湿原の植生」北海道教育大学大雪山自然教育研究施設研究報告第40号 p1-26
- 田川隆、華園康次（1967）：「A班、植物関係」北海道文化財シリーズ第9集知床半島（特別調査報告）（北海道教育委員会） p31-37
- 武田久吉（1967）：「知床日記」北海道文化財シリーズ第9集知床半島（特別調査報告）（北海道教育委員会）、p20-30
- 滝田謙讓（2001）：北海道植物図譜（自費出版）
- 館脇操（1947）：「知床日記1」はまなす vol.2 Num.11 p19-22、「知床日記2」はまなす vol.2 Num.12 p20-23
- 館脇操（1949）：「知床半島沿岸地帯の植物（予報1）」北見営林局造林課報 p1-12
- 館脇操（1954a）：「網走道立公園・知床半島の森林」網走道立公園知床半島学術調査報告（網走道立公園審議会） p75-90
- 館脇操（1954b）：「知床半島（北見側）の植生」知床半島の植生（北見営林局）
- 館脇操（1966）：「知床岬の植生」日本森林植生研究会
- 辻井達一（1967）：「知床半島における二、三の興味ある植物群落について」北海道文化財シリーズ第9集知床半島（特別調査報告）（北海道教育委員会） p38-42
- 竹内理三（編）（1987）：角川日本地名大辞典1上巻・下巻（角川書店）
- 内田暁友（2007）：「知床のスマイル」しれとこライブラリー⑦知床の植物Ⅱ（斜里町立知床博物館） p166-181
- 山本光男（1985）：「蔵王山の開発地域における植物の移動」蔵王連峰 総合学術調査報告（山形県総合学術調査会） p250-260
- 吉村健次郎（1977）：「知床半島の高山植生 特に数種の植物の分布について」釧路市立郷土博物館館報 No.243 p3-6

付表1. 羅臼湖周辺植物種目録

| 和名 | 学名 | 希少種指定 |
|------------------------------------|---|---------|
| シダ植物<Pteridophyta> | | |
| シシガシラ科 | | |
| シシガシラ | <i>Blechnum niponicum</i> (Kunze) Makino | |
| オシダ科 | | |
| シノブカゲマ | <i>Arachniodes mutica</i> (Franch. et Sav.) Ohwi | |
| シラネワラビ | <i>Dryopteris expansa</i> (C.Presl) Fraser-Jenk. et Jermy | |
| トクサ科 | | |
| ミズドクサ | <i>Equisetum fluviatile</i> L. | |
| ミズニラ科 | | |
| ヒメミズニラ | <i>Isoetes asiatica</i> (Makino) Makino | 国VU 道VU |
| ヒカゲノカズラ科 | | |
| スギカズラ | <i>Lycopodium annotinum</i> L. | |
| ヒメスギラン | <i>Lycopodium chinense</i> Christ | |
| アスヒカズラ | <i>Lycopodium complanatum</i> L. | |
| タカネヒカゲノカズラ | <i>Lycopodium nikoense</i> Franch. et Sav. | |
| <i>Lycopodium obscurum</i> | <i>Lycopodium obscurum</i> | |
| マンネンスギ | <i>Lycopodium obscurum</i> L. | |
| タチマンネンスギ | <i>Lycopodium obscurum</i> f. <i>strictum</i> (Milde) Nakai | |
| ホソバトウゲシバ | <i>Lycopodium serratum</i> Thunb. var. <i>serratum</i> | |
| キジノオシダ科 | | |
| ヤマソテツ | <i>Plagiogyria matsumureana</i> Makino | |
| ヒメシダ科 | | |
| ヒメシダ | | |
| ニッコウシダ | <i>Thelypteris nipponica</i> (Franch. et Sav.) Ching | |
| ミヤマワラビ | <i>Thelypteris phegopteris</i> (L.) Slosson ex Rudb. | |
| オオバシヨリマ | <i>Thelypteris quepaertensis</i> (H.Christ) Ching | |
| メシダ科 | | |
| エゾメシダ | | |
| ミヤマイワデンダ | <i>Athyrium brevifrons</i> Nakai ex Kitag | |
| | <i>Woodsia ilvensis</i> (L.) R.Br. | 道R |
| 種子植物<Spermatophyta> | | |
| 裸子植物<Gymnospermae> | | |
| ヒノキ科 | | |
| リシリビヤクシン | <i>Juniperus communis</i> L. var. <i>saxatilis</i> Pallas | 国EN 道VU |
| マツ科 | | |
| トドマツ | | |
| アカエゾマツ | <i>Abies sachalinensis</i> (F.Schmidt) Masters | |
| ハイマツ | <i>Picea glehnii</i> (F.Schmidt.) Masters | |
| | <i>Pinus pumila</i> (Pallas) Regel | |
| イチイ科 | | |
| イチイ | <i>Taxus cuspidata</i> Sieb. et Zucc. | |
| 被子植物<Angiospermae> | | |
| 双子葉植物<Dicotyledoneae> | | |
| 離弁花類<Choripetalae> | | |
| カエデ科 | | |
| ミネカエデ | <i>Acer tschonoskii</i> Maxim. | |
| オガラバナ | <i>Acer ukurunduense</i> Trautv. et Meyer. | |
| モチノキ科 | | |
| ツルツゲ | <i>Ilex rugosa</i> Fr. Schm. var. <i>hondoensis</i> Yamazaki | |
| アカミノイヌツゲ | <i>Ilex sugerokii</i> Maxim. var. <i>brevipedunculata</i> (Maxim.) S. Y. Hu | |

付表1. 続き

| 和名 | 学名 | 希少種指定 |
|-------------------------|--|--------|
| ニシキギ科 | CELASTRACEAE | |
| ヒロハツリバナ | <i>Euonymus oxyphyllus</i> Miq. | |
| ウマノスズクサ科 | ARISTOLOCHIACEAE | |
| オクエゾサイシン | <i>Asiasarum heterotropoides</i> (F.Schmidt) F.Maek. | 道R |
| カバノキ科 | BETULACEAE | |
| ミヤマハンノキ | <i>Alnus maximowiczii</i> Call. | |
| ダケカンバ | <i>Betula ermanii</i> Cham. | |
| ナデシコ科 | CARYOPHYLLACEAE | |
| ノミノフスマ | <i>Stellaria alsine</i> Grimm var. <i>undulata</i> (Thunb.) Ohwi | |
| シラオイハコベ | <i>Stellaria fenzlii</i> Regel | |
| ミズキ科 | CORNACEAE | |
| ゴゼンタチバナ | <i>Chamaepericlymenum canadense</i> (L.) Aschers. et Graebn. | |
| ベンケイソウ科 | CRASSULACEAE | |
| ホソバイワベンケイ | <i>Rhodiola ishidae</i> (Miyabe et Kudo) Hara | |
| アブラナ科 | CRUCIFERAE | |
| オオバタネツケバナ(ヤマタネツケバナ) | <i>Cardamine regeliana</i> Miq. | |
| モウセンゴケ科 | DROSERACEAE | |
| モウセンゴケ | <i>Drosera rotundifolia</i> L. | |
| フウロソウ科 | GERANIACEAE | |
| チシマフウロ | <i>Geranium erianthum</i> DC. | |
| オトギリソウ科 | GUTTIFERAE | |
| オトギリソウ | <i>Hypericum erectum</i> Thunb. | |
| ハイオトギリ | <i>Hypericum kamtschaticum</i> Ledeb. | |
| アカバナ科 | ONAGRACEAE | |
| ケゴンアカバナ | <i>Epilodium amurense</i> Hausskn. | |
| イワアカバナ | <i>Epilobium cephalostigma</i> Hausskn. | |
| アシボソアカバナ | <i>Epilobium dielsii</i> Lév. | |
| カタバミ科 | OXALIDACEAE | |
| コミヤマカタバミ | <i>Oxalis acetosella</i> L. | |
| タデ科 | POLYGONACEAE | |
| オンタデ | <i>Pleuropterypyrum weyrichii</i> (Fr.Schm.) H. Gross var. <i>alpinum</i> (Maxim.) H. Gross | |
| キンポウゲ科 | RANUNCULACEAE | |
| エゾトリカブト | <i>Aconitum yesoense</i> Nakai | |
| ヒメイチゲ | <i>Anemone debilis</i> Fisch. | |
| エゾノリュウキンカ | <i>Caltha palustris</i> L. var. <i>barthei</i> Hance | |
| サラシナショウマ | <i>Cimicifuga simplex</i> Wormsk. | |
| ミツバオウレン | <i>Coptis trifolia</i> (L.) Salisb. | |
| バイカモ | <i>Ranunculus nipponicus</i> (Makino) Nakai var. <i>submersus</i> Har | 道R |
| イトキンポウゲ | <i>Ranunculus reptans</i> L. | 国EN 道R |
| アキカラマツ | <i>Thalictrum minus</i> L. var. <i>hypoleucum</i> (Sieb. et Zucc.) Miq. | |
| チシマノキンバイソウ | <i>Trollius hondoensis</i> Nakai var. <i>riederianus</i> | |
| バラ科 | ROSACEAE | |
| ヤマブキショウマ | <i>Aruncus dioicus</i> (Walt.) Fernald var. <i>tenuifolius</i> (Nakai) Hara | |
| オニシモツケ | <i>Filipendula camtschatica</i> (Pall.) Maxim. | |
| チングルマ | <i>Geum pentapetalum</i> (L.) Makino | |
| クロバナロウゲ | <i>Potentilla palustris</i> (L.) Scop | |
| <i>Prunus nipponica</i> | <i>Prunus nipponica</i> | |
| タカネザクラ(ミネザクラ) | <i>Prunus nipponica</i> Matsumura | |
| チシマザクラ | <i>Prunus nipponica</i> var. <i>kurilensis</i> (Miyabe) Wils | |

付表1. 続き

| 和名 | 学名 | 希少種指定 |
|-------------------------------|---|---------|
| エビガライチゴ(ウラジロイチゴ) | <i>Rubus phoenicolasius</i> Maxim. | |
| ヒメゴヨウイチゴ | <i>Rubus pseudo-japonicus</i> Koidz. | |
| タカネトウチソウ | <i>Sanguisorba stipulata</i> Rafin | |
| <i>Sanguisorba tenuifolia</i> | <i>Sanguisorba tenuifolia</i> | |
| ナガボノシロワレモコウ | <i>Sanguisorba tenuifolia</i> Fisch. ex Link var. <i>alba</i> Trautv. et May. | |
| チシマワレモコウ | <i>Sanguisorba tenuifolia</i> Fisch. ex Link var. <i>grandiflora</i> Maxim. | |
| ホザキナナカマド | <i>Sorbaria sorbifolia</i> (L.) A. Br. | |
| ナナカマド | <i>Sorbus commixta</i> Hedl. | |
| ウラジロナナカマド | <i>Sorbus matsumurana</i> (Makino) Koehne | |
| <i>Sorbus sambucifolia</i> | <i>Sorbus sambucifolia</i> | |
| タカネナナカマド | <i>Sorbus sambucifolia</i> (Cham. et Schlttdl.) Roem. | |
| ミヤマナナカマド | <i>Sorbus sambucifolia</i> var. <i>pseudogracilis</i> C. K. Schn. | |
| <i>Spiraea betulifolia</i> | <i>Spiraea betulifolia</i> | |
| マルバシモツケ | <i>Spiraea betulifolia</i> Pall. | |
| エゾマルバシモツケ | <i>Spiraea betulifolia</i> Pall. var. <i>aemiliana</i> (C.K.Schneid.) Hara. | |
| ヤナギ科 | SALICACEAE | |
| オノエヤナギ | <i>Salix sachalinensis</i> Fr. Schm. | |
| ミネヤナギ(ミヤマヤナギ) | <i>Salix reinii</i> Franch. et Savat. | |
| ユキノシタ科 | SAXIFRAGACEAE | |
| アラシグサ | <i>Boykinia lycoctonifolia</i> (Maxim.) Engl. | |
| チシマネコノメ | <i>Chrysosplenium kamtschaticum</i> Fisch. ex Ser. | |
| ノリウツギ | <i>Hydrangea paniculata</i> Sieb. et Zucc. | |
| ツルアジサイ | <i>Hydrangea petiolaris</i> Sieb. et Zucc. | |
| ウメバチソウ | <i>Parnassia palustris</i> L. var. <i>multisetata</i> Ledeb | |
| ダイヤモンドソウ | <i>Saxifraga fortunei</i> Hook.fil. var. <i>incislobata</i> (Engl. et Irmsch.) Nakai | |
| エゾクロクモソウ | <i>Saxifraga fusca</i> Maxim. var. <i>fusca</i> | |
| イワガラミ | <i>Schizophragma hydrangeoides</i> Sieb. et Zucc. | |
| セリ科 | UMBELLIFERAE | |
| エゾボウフウ | <i>Aegopodium alpestre</i> Ledeb. | |
| エゾノヨロイグサ | <i>Angelica anomala</i> Lallemand | |
| アマニュウ | <i>Angelica edulis</i> Miyabe ex Yabe | |
| オオバセンキュウ | <i>Angelica genuflexa</i> Nuttall | |
| ミヤマセンキュウ | <i>Conioselinum filicinum</i> (Wolff) Hara | |
| シラネニンジン | <i>Tilingia ajanensis</i> Regel | |
| イブキゼリモドキ | <i>Tilingia holopetala</i> (Maxim.) Kitag. | |
| スミレ科 | VIOLACEAE | |
| キバナノコマノツメ | <i>Viola biflora</i> L. | |
| ウスバスミレ | <i>Viola blandiformis</i> Nakai | |
| チシマウスバスミレ(ケウスバスミレ) | <i>Viola hultenii</i> W. Becker | 国VU 道R |
| オオバタチツボスミレ | <i>Viola langsдорffii</i> Fisch. ssp. <i>Sachalinensis</i> W. Becker | 国VU |
| タニマスミレ | <i>Viola epipsila</i> Ledeb. ssp. <i>repens</i> (Turcz.) W. Becker | 国CR 道CR |
| アイヌタチツボスミレ | <i>Viola sachalinensis</i> H. Boissieu | |
| ミヤマスミレ | <i>Viola selkirkii</i> Pursh | |
| アリノトウグサ科 | HALORAGACEAE | |
| *タチモ | <i>Myriophyllum ussuriense</i> (Regal) Maxim. | 国NT 道R |
| ユズリハ科 | DAPHNIPHYLLACEAE | |
| エゾユズリハ | <i>Dahniophyllum macropodum</i> var. <i>humile</i> (Maxim.) Rosenthal | |

付表1. 続き

| 和名 | 学名 | 希少種指定 |
|-------------------------------|--|-------|
| 合弁花類<Sympetalae> | | |
| キク科 | | |
| ヤマハハコ | <i>Anaphalis margaritacea</i> (L.) Benth. et Hook.fil. var. <i>margaritacea</i> | |
| サマニヨモギ | <i>Artemisia arctica</i> Less. Subsp. <i>sachalinensis</i> Hultén | |
| オオヨモギ | <i>Artemisia montana</i> (Nakai) Pamp. | |
| エゾゴマナ | <i>Aster glehni</i> F.Schmidt var. <i>glehni</i> | |
| ミミコウモリ | <i>Cacalia auriculata</i> (DC.) var. <i>kamtschatica</i> (Maxim.) Matum | |
| エゾノサワアザミ | <i>Cirsium pectinellum</i> A. Gray | |
| チシマアザミ | <i>Cirsium kamtschaticum</i> Ledeb. | |
| ヨツバヒヨドリ | <i>Eupatorium chinese</i> ssp. <i>Sachalinense</i> (Fr.Schm) | |
| ヤナギタンポポ | <i>Hieracium umbellatum</i> L. | |
| <i>Ixeris dentata</i> | <i>Ixeris dentata</i> | |
| ニガナ | <i>Ixeris dentata</i> (Thunb.) Nakai | |
| シロバナニガナ | <i>Ixeris dentata</i> (Thunb.) Nakai var. <i>albiflora</i> (Makino) Nakai | |
| トウゲブキ | <i>Ligularia hodgsonii</i> Hook fil. | |
| アキタブキ | <i>Petasites japonicus</i> (Sieb. et Zucc.) Maxim.ssp. <i>giganteus</i> (Fr.Schm.) Kitam. | |
| コウゾリナ | <i>Picris hieracioides</i> L. ssp. <i>japonica</i> (Thunb.) Krylov | |
| ハンゴンソウ | <i>Senecio cannabinifolius</i> Less. | |
| コガネギク | <i>Solidago virgaurea</i> L. ssp. <i>leucocarpa</i> (Benth.) Hulten forma <i>japonalpestris</i> Kitam. | |
| キキョウ科 | | |
| サワギキョウ | <i>Lobelia sessilifolia</i> Lamb. | |
| タニギキョウ | <i>Peracarpa carnosus</i> (Wall.) Hook. fil. et Thomson. var. <i>circaeoides</i> (Fr.Schm.) Makino | |
| スイカズラ科 | | |
| リンネソウ | <i>Linnaea borealis</i> L. | |
| ケヨノミ | <i>Lonicera caerulea</i> L. ssp. <i>edulis</i> (Turcz.) Hulten | |
| オオカメノキ | <i>Viburnum furcatum</i> Blume ex Maxim. | |
| ウコンウツギ | <i>Weigela middendorffiana</i> (Carriere) K. Koch | |
| イワウメ科 | | |
| イワウメ | <i>Diapensia lapponica</i> L. var. <i>obovata</i> (Fr. Schm.) Hultén | |
| ガンコウラン科 | | |
| ガンコウラン | <i>Empetrum nigrum</i> L. var. <i>japonicum</i> K. Koch | |
| ツツジ科 | | |
| ヒメシャクナゲ | <i>Andromeda polifolia</i> L. | |
| ウラシマツツジ | <i>Arctous alpinus</i> (L.) Nied. var. <i>japonicus</i> (Nakai) Ohwi | |
| ミヤマホツツジ | <i>Cladothamnus bracteatus</i> (Maxim.) Yamazaki | |
| シラタマノキ | <i>Gaultheria pyroloides</i> Hook. et Thoms. | |
| カラフトイソツツジ | <i>Ledum palustre</i> L. ssp. <i>palustre</i> var. <i>decumbens</i> Ait | |
| ハナヒリノキ | <i>Leucothoe grayana</i> Maxim. | |
| ミネズオウ | <i>Loiseleuria procumbens</i> (L.) Desvoux | |
| コヨウラクツツジ | <i>Menziesia pentandra</i> Maxim. | |
| アオノツガザクラ | <i>Phyllodoce aleutica</i> (Spreng.) A. Heller | |
| キバナシャクナゲ | <i>Rhododendron aureum</i> Georgi | |
| ハクサンシャクナゲ | <i>Rhododendron brachycarpum</i> G. Don | |
| エゾツツジ | <i>Therorhodon camtschaticum</i> (Pall.) Small | |
| クロウスゴ | <i>Vaccinium ovalifolium</i> J. E. Smith | |
| ツルコケモモ | <i>Vaccinium oxycoccus</i> L. | |
| イワツツジ | <i>Vaccinium praestans</i> Lamb. | |
| オオバスノキ | <i>Vaccinium smallii</i> A. Gray | |
| コケモモ | <i>Vaccinium vitis-idaea</i> L. | |

付表1. 続き

| 和名 | 学名 | 希少種指定 |
|---------------------------------------|--|--------|
| リンドウ科 | GENTIANACEAE | |
| エゾオヤマリンドウ | <i>Gentiana triflora</i> Pall. var. <i>japonica</i> (Kusnez.) Hara subvar. <i>Montana</i> (Hara) Toyokuni | |
| リンドウ sp. | <i>Gentiana</i> sp. | |
| ツルリンドウ | <i>Tripterospermum japonicum</i> (Sieb. et Zucc.) Maxim. | |
| シソ科 | LAMIACEAE (LABIATAE) | |
| イヌトウバナ | <i>Clinopodium micraathum</i> (Regal) Hara | |
| エゾシロネ | <i>Lycopus uniflorus</i> Michx. | |
| タヌキモ科 | LENTIBULARIACEAE | |
| タヌキモ | <i>Utricularia vulgaris</i> L. var. <i>japonica</i> (Makino) Tamura | 国VU 道R |
| ミツガシワ科 | MENYANTHACEAE | |
| ミツガシワ | <i>Menyanthes trifoliata</i> L. | |
| オオバコ科 | PLANTAGINACEAE | |
| オオバコ | <i>Plantago asiatica</i> L. | |
| サクラソウ科 | PRIMULACEAE | |
| エゾコザクラ | <i>Primula cuneifolia</i> Ledeb. var. <i>cuneifolia</i> | 道R |
| ツマトリソウ | <i>Trientalis europaea</i> L. | |
| イチヤクソウ科 | PYROLACEAE | |
| コバノイチヤクソウ | <i>Pyrola alpina</i> Andres | |
| アカネ科 | RUBIACEAE | |
| エゾノヨツバムグラ | <i>Galium kamtschaticum</i> Steller var. <i>kamtschaticum</i> | |
| ホソバノヨツバムグラ | <i>Galium trifidum</i> L. var. <i>brevipedunculatum</i> Regel | |
| ツルアリドオシ | <i>Mitchella undulata</i> Sieb. et Zucc. | |
| ゴマノハグサ科 | SCROPHULARIACEAE | |
| シオガマギク | <i>Pedicularis resupinata</i> L. var. <i>oppositifolia</i> (Miq.) | |
| エゾヒメクワガタ | <i>Veronica stelleri</i> Pallas var. <i>longistyla</i> Kitag. | 国VU |
| 単子葉植物 <Monocotyledoneae> | | |
| サトイモ科 | ARACEAE | |
| ミズバショウ | <i>Lysichiton camtschaticense</i> (L.) Schott | |
| カヤツリグサ科 | CYPERACEAE | |
| ヒラギシスゲ | <i>Carex augustiowiczii</i> Meinsh. var. <i>augustiowiczii</i> | |
| ショウジョウスゲ | <i>Carex bleparicarpa</i> Franch. | |
| ヒメカワズスゲ | <i>Carex brunnescens</i> (Pers.) Poir. | |
| ハクサンスゲ | <i>Carex canescens</i> L. | |
| *ハリガネスゲ | <i>Carex capillacea</i> Boot var. <i>capillacea</i> | |
| ミタケスゲ | <i>Carex dolichocarpa</i> C. A. Mey. ex V. I. Krecz | |
| キタノカワズスゲ | <i>Carex echinata</i> Murray | |
| イトキンスゲ | <i>Carex hakkodensis</i> Franch. | |
| ハガクレスゲ | <i>Carex jacens</i> C. B. Clarke | |
| ムジナスゲ | <i>Carex lasiocarpa</i> Ehrh. var. <i>occultans</i> (Franch.) Kük. | |
| ヤチスゲ | <i>Carex limosa</i> L. | |
| *ムセンスゲ | <i>Carex livida</i> (Wahlenb.) Willd. | 国VU 道R |
| ヤラメスゲ | <i>Carex lyngbyei</i> Hornem. | |
| キンチャクスゲ | <i>Carex mertensii</i> J. D. Prescott ex Bong. var. <i>urostachys</i> (Franch.) Kük. | |
| <i>Carex middendorffii</i> | <i>Carex middendorffii</i> | |
| トマリスゲ(ホロムイスゲ) | <i>Carex middendorffii</i> F. Schmidt | |
| キリガミネスゲ | <i>Carex middendorffii</i> F. Schmidt var. <i>kirigaminensis</i> (Ohwi) Ohwi | |
| ヒメスゲ | <i>Carex oxyandra</i> (Franch. et Sav.) Kudo var. <i>oxyandra</i> | |
| タカネハリスゲ(ミガエリスゲ) | <i>Carex pauciflora</i> Lightf. | 国VU |
| サドスゲ | <i>Carex sadoensis</i> Franch. | |

付表1. 続き

| 和名 | 学名 | 希少種指定 |
|----------------|---|---------|
| シュミツスゲ | <i>Carex schmidtii</i> Meinsh | 国VU 道VU |
| リシリスゲ | <i>Carex scita</i> Maxim. var. <i>riishirensis</i> (Franch.) Kük. | |
| ラウススゲ | <i>Carex stylosa</i> C. A. Mey. | |
| アゼスゲ | <i>Carex thunbergii</i> Steud. var. <i>thunbergii</i> | |
| ヒロハオゼヌマスゲ | <i>Carex traiziscana</i> F. Schmidt | 国NT |
| キンスゲ | <i>Carex tschonokii</i> V. I. Krecz. | |
| オニナルコスゲ | <i>Carex vesicaria</i> L. | |
| スゲ sp. | <i>Carex</i> sp. | |
| マツバイ | <i>Eleocharis acicularis</i> (L.) Roem. et Schult. var. <i>longiseta</i> Svenson | |
| クロヌマハリイ | <i>Eleocharis intersita</i> Zinserl. | |
| *シカクイ | <i>Eleocharis wichurae</i> Böckl | |
| *サギスゲ | <i>Eriophorum gracile</i> Koch subsp. <i>Comreanum</i> (Palla) Hulten; <i>E. gracile</i> Koach | |
| ワタスゲ | <i>Eriophorum vaginatum</i> L. | |
| ミカツキグサ | <i>Rhynchospora alba</i> (L.) Vahl | |
| ミネハリイ | <i>Scirpus caespitosus</i> L. | |
| *ヒメワタスゲ | <i>Scirpus hudsonianus</i> (Michx.) Fern. | 国NT |
| ホシクサ科 | ERIOCAULACEAE | |
| *カラフトホシクサ | <i>Eriocaulon sachalinense</i> Miyabe et Nakai | 国VU 道R |
| *クシロホシクサ | <i>Eriocaulon kusiroence</i> Miyabe et Kudo ex Satake | 国VU 道R |
| イネ科 | GRAMINEAE | |
| ヤマヌカボ | <i>Agrostis clavata</i> Trin. | |
| ミヤマヌカボ | <i>Agrostis flacida</i> Hack. | |
| コミヤマヌカボ | <i>Agrostis mertensii</i> Trin. | |
| エゾヌカボ | <i>Agrostis scabra</i> Willd. | |
| イワノガリヤス | <i>Calamagrostis langsdorffii</i> (Link) Trin. | |
| チシマガリヤス | <i>Calamagrostis neglecta</i> (Ehrh.) Gaertn., Mey. et Scherb. var. <i>aculeolata</i> (Hack.) Miyabe et Kudo | |
| タカネノガリヤス | <i>Calamagrostis sachalinensis</i> Fr. Schm. | |
| コメススキ | <i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) Pers. | |
| ミヤマドジョウツナギ | <i>Glyceria alnasteretum</i> Komar. | |
| カラフトドジョウツナギ | <i>Glyceria lithuanica</i> (Gorski) Lindm | |
| ヨシ | <i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud. | |
| チシマザサ | <i>Sasa kurilensis</i> (Rupr.) Makino et Shibata | |
| チマキザサ(クマイザサ) | <i>Sasa Palmata</i> (Bean) Nakai | |
| アヤメ科 | IRIDACEAE | |
| ヒオウギアヤメ | <i>Iris setosa</i> Pallas | |
| イグサ科 | JUNCACEAE | |
| イグサ | <i>Juncus effusus</i> L. var. <i>decipiens</i> Buchen. | |
| エゾホソイ | <i>Juncus filiformis</i> L. | |
| ミヤマホソコウガイゼキシヨウ | <i>Juncus kamtschatcensis</i> (Buchen.) Kudo | 道R |
| タカネスズメノヒエ | <i>Luzula oligantha</i> G. Samuels. | |
| ヌカボシソウ | <i>Luzula plumosa</i> E. Meyer var. <i>macrocarpa</i> (Buchen.) Ohwi | |
| ユリ科 | LILIACEAE | |
| ギョウジャニンニク | <i>Allium victorialis</i> L. ssp. <i>platyphyllum</i> Hult. | |
| タチギボウシ | <i>Hosta sieboldii</i> (Paxton) J. Ingram var. <i>rectifolia</i> (Nakai) Hara | |
| クルマユリ | <i>Lilium medeoloides</i> | |
| *ヒメマイヅルソウ | <i>Maianthemum bifolium</i> (L.) F. W. Schmidt | |
| マイヅルソウ | <i>Maianthemum dilatatum</i> (Wood.) Nels. et Macbr. | |
| オオバタケシマラン | <i>Streptopus amplexifolius</i> (L.) DC. var. <i>papillatus</i> Ohwi | |

附表1. 続き

| 和名 | 学名 | 希少種指定 |
|----------------|--|--------|
| ヒメタケシマラン | <i>Streptopus streptopoides</i> (Ledeb.) Frye et Rigg var. <i>streptopoides</i> | |
| オオバナノエンレイソウ | <i>Trillium camtschatcense</i> Ker-Gawl. | |
| エンレイソウ | <i>Trillium smallii</i> Maxim. form. <i>smallii</i> | |
| ラン科 | ORCHIDACEAE | |
| コイチヨウラン | <i>Ephippianthus schmidtii</i> Reichb.fil. | 道EN |
| *ミヤマフタバラン | <i>Listera nipponica</i> | 道R |
| アリドオシラン | <i>Myrmechis japonica</i> (Reichb.fil.) Rolfe | 道R |
| ハクサンチドリ | <i>Orchis aristata</i> Fisch. | |
| タカネトンボ | <i>Platanthera chorisiana</i> (Cham.) Reichb.fil. | 国VU |
| ミヤマチドリ | <i>Platanthera takedae</i> Makino | |
| ホソバナキソチドリ | <i>Platanthera tkedae</i> Makino | |
| ヒルムシロ科 | POTAMOGETONACEAE | |
| フトヒルムシロ | <i>Potamogeton fryeri</i> A. Benn. | |
| *ヒロハノエビモ | <i>Potamogeton perfoliatus</i> L. | |
| ホロムイソウ科 | SCHEUCHZERIAACEAE | |
| ホロムイソウ | <i>Scheuchzeria palustris</i> L. | |
| ホソバナシバナ | <i>Triglochin palustre</i> L. | 国VU |
| ミクリ科 | SPARGANIACEAE | |
| ホソバウキミクリ | <i>Sparganium angustifolium</i> | 国VU 道R |
| タマミクリ | <i>Sparganium glomeratum</i> | 国VU |
| チシマミクリ | <i>Sparganium hyperboreum</i> Beurl. ex Laest. | 国EN 道R |

付表2. 羅臼湖周辺採集地・標本番号目録

| 和名 | 標本番号 | 登山道 周辺 | 羅臼湖 | 流入河 川周辺 | 天頂山 | その他 |
|----------------------------|-----------------------------|-----------|-----|------------|-----|-----|
| シダ植物<Pteridophyta> | | | | | | |
| シシガシラ科 | | | | | | |
| シシガシラ | 375 | | ○ | | | |
| オシダ科 | | | | | | |
| シノブカグマ | 120,144,146,147,271,617,641 | ○ | ○ | ○ | | |
| シラネワラビ | 108,377,452,457 | ○ | ○ | | | |
| トクサ科 | | | | | | |
| ミズドクサ | 140,145,524,526,620 | | ○ | ○ | | |
| ミズニラ科 | | | | | | |
| ヒメミズニラ | 397 | ○ | ○ | | | |
| ヒカゲノカズラ科 | | | | | | |
| スギカズラ | 116,244,450,643 | ○ | | | | |
| ヒメスギラン | 415 | | | | ○ | |
| アスヒカズラ | 110,129,463,642 | ○ | | | ○ | ○ |
| タカネヒカゲノカズラ | 128,619,624,630,638 | ○ | | ○ | | |
| <i>Lycopodium obscurum</i> | | | | | | |
| マンネンスギ | 635 | | ○ | | | |
| タチマンネンスギ | 121,149,449,568,612,618,677 | ○ | | ○ | | ○ |
| ホソバトウゲシバ | 101,148 | | ○ | | | |
| キジノオシダ科 | | | | | | |
| ヤマソテツ | 449 | ○ | | | | |
| ヒメシダ科 | | | | | | |
| ヒメシダ | 623 | | ○ | | | ○ |
| ニッコウシダ | 513,640 | ○ | | | | ○ |
| ミヤマワラビ | 455,622 | ○ | | ○ | | |
| オオバシヨリマ | 451,456,457,662,513,640, | ○ | | | | |
| メシダ科 | | | | | | |
| エゾメシダ | 430,637,654,655,666,668, | | ○ | | ○ | |
| ミヤマイワデンダ | 598 | | ○ | | | |
| 種子植物<Spermatophyta> | | | | | | |
| 裸子植物<Gymnospermae> | | | | | | |
| ヒノキ科 | | | | | | |
| リシリビャクシン | 675 | | | | | ○ |
| マツ科 | | | | | | |
| トドマツ | 102,109,112,126,689 | ○ | | | | |
| アカエゾマツ | 106,127,690 | ○ | | | | |
| ハイマツ | 104,125,688 | ○ | | | | |
| イチイ科 | | | | | | |
| イチイ | 498 | ○ | | | | |
| 被子植物<Angiospermae> | | | | | | |
| 双子葉植物<Dicotyledoneae> | | | | | | |
| 離弁花類<Choripetalae> | | | | | | |
| カエデ科 | | | | | | |
| ミネカエデ | 272,275,276,631, | ○ | | | | |
| オガラバナ | 275 | ○ | | | | |
| モチノキ科 | | | | | | |
| ツルツゲ | 105 | ○ | | | | |
| アカミノイヌツゲ | 202 | ○ | | | | |

付表2. 続き

| 和名 | 標本番号 | 登山道 周辺 | 羅臼湖 | 流入河 川周辺 | 天頂山 | その他 |
|-------------------------|---|-----------|-----|------------|-----|-----|
| ニシキギ科 | | | | | | |
| ヒロハツリバナ | 496 | ○ | | | | |
| ウマノスズクサ科 | | | | | | |
| オクエゾサイシン | 165 | ○ | | | | |
| カバノキ科 | | | | | | |
| ミヤマハンノキ | 113,557,565,672 | ○ | | | | |
| ダケカンバ | 264 | ○ | | | | |
| ナデシコ科 | | | | | | |
| ノミノフスマ | 288 | | | | ○ | |
| シラオイハコベ | 367,416,701, | | ○ | | | |
| ミズキ科 | | | | | | |
| ゴゼンタチバナ | 200 | ○ | | | | |
| ベンケイソウ科 | | | | | | |
| ホソバイワベンケイ | 604 | | ○ | | | |
| アブラナ科 | | | | | | |
| ヤマタネツケバナ | 253,608 | ○ | ○ | | | |
| モウセンゴケ科 | | | | | | |
| モウセンゴケ | 545 | ○ | | | | |
| フウロソウ科 | | | | | | |
| チシマフウロ | 285,381,441 | | ○ | ○ | ○ | |
| オトギリソウ科 | | | | | | |
| オトギリソウ | 307,574 | ○ | | | | |
| ハイオトギリ | 360,379,434,560 | ○ | ○ | | ○ | |
| アカバナ科 | | | | | | |
| ケゴンアカバナ | 345 | | ○ | | | |
| イワアカバナ | 532,597,605 | | ○ | ○ | | |
| アシボソアカバナ | 426 | | | | ○ | |
| カタバミ科 | | | | | | |
| コミヤマカタバミ | 117,132 | ○ | | | | |
| タデ科 | | | | | | |
| オンタデ | 645 | | | | | ○ |
| キンポウゲ科 | | | | | | |
| エゾトリカブト | 627 | | ○ | | | |
| ヒメイチゲ | 111,122,136,203 | ○ | | | | |
| エゾノリュウキンカ | 183 | | | ○ | | |
| サラシナショウマ | 432,433 | | | | ○ | |
| ミツバオウレン | 118,141,156,176,184,186,188, 192,214,251 | ○ | ○ | ○ | | ○ |
| バイカモ | 286,664 | | ○ | | | |
| イトキンポウゲ | 663 | | ○ | | | |
| アキカラマツ | 361,383,442 | | | | ○ | |
| チシマノキンバイソウ | 284 | | | ○ | | |
| バラ科 | | | | | | |
| ヤマブキショウマ | 364,382 | | ○ | | ○ | |
| オニシモツケ | 613,614,636 | | ○ | ○ | | |
| チングルマ | 155,172,187,189,199,216,223 | ○ | | | | ○ |
| クロバナロウゲ | 388 | | ○ | | | |
| <i>Prunus nipponica</i> | | | | | | |
| タカネザクラ(ミネザクラ) | 686 | ○ | | | | |
| チシマザクラ | 169 | ○ | | | | |
| エビガライチゴ(ウラジロイチゴ) | 695, | | | | ○ | |

付表2. 続き

| 和名 | 標本番号 | 登山道 周辺 | 羅臼湖 | 流入河 川周辺 | 天頂山 | その他 |
|--------------------------------------|--------------------------|-----------|-----|------------|-----|-----|
| ヒメゴヨウイチゴ | 374,378 | | ○ | | | |
| タカネトウウチソウ | 436,646 | | | | ○ | ○ |
| <i>Sanguisorba tenuifolia</i> Fisch. | | | | | | |
| ナガボノシロワレモコウ | 240,353 | ○ | ○ | | | |
| チシマワレモコウ | 669,689 | | ○ | | ○ | |
| ホザキナナカマド | 696 | | | | ○ | |
| ナナカマド | 683 | | ○ | | | |
| ウラジロナナカマド | 557,685 | | ○ | | | |
| <i>Sorbus sambucifolia</i> | | | | | | |
| タカネナナカマド | 671,692, | | ○ | | | |
| ミヤマナナカマド | 692 | | | | ○ | |
| <i>Spiraea betulifolia</i> | | | | | | |
| マルバシモツケ | 247,363 | | | | ○ | ○ |
| エゾノマルバシモツケ | 359 | | | | ○ | |
| ヤナギ科 | | | | | | |
| オノエヤナギ | 615 | | | ○ | | |
| ミネヤナギ(ミヤマヤナギ) | 173,402,673 | | ○ | | | |
| ユキノシタ科 | | | | | | |
| アラシグサ | 435,649, | | | | ○ | ○ |
| チシマネコノメ | 142,179 | | ○ | ○ | | |
| ノリウツギ | 628 | | | ○ | | |
| ツルアジサイ | 558,639 | ○ | | | | ○ |
| ウメバチソウ | 413,633 | ○ | ○ | | | |
| ダイヤモンドソウ | 670 | | ○ | | | |
| エゾクロクモソウ | 305,525 | | ○ | ○ | | |
| イワガラミ | 592 | ○ | | | | |
| セリ科 | | | | | | |
| エゾボウフウ | 221,283 | | ○ | | | |
| エゾノヨロイグサ | 444 | | | | ○ | |
| アマニュウ | 626 | | ○ | | | |
| オオバセンキュウ | 594 | ○ | | | | |
| ミヤマセンキュウ | 438,564,576,665 | ○ | ○ | | ○ | |
| シラネニンジン | 231,298,585 | | ○ | | | ○ |
| イブキゼリモドキ | 575 | ○ | | | | |
| スミレ科 | | | | | | |
| キバナノコマノツメ | 225 | | ○ | | | |
| ウスバスミレ | 365 | | | | | ○ |
| チシマウスバスミレ(ケウスバスミレ) | 168,177,191,198,211,372, | ○ | ○ | | | |
| オオバタチツボスミレ | 174,308 | ○ | ○ | | | |
| タニマスミレ | 143,194 | | ○ | | | |
| アイヌタチツボスミレ | 175,226,385, | | ○ | | | |
| ミヤマスミレ | 181,193,295,384 | | ○ | ○ | | |
| *アリノトウグサ科 | | | | | | |
| *タチモ | 596 | | ○ | | | |
| ユズリハ科 | | | | | | |
| エゾユズリハ | 572 | ○ | | | | |
| 合弁花類<Sympetaleae> | | | | | | |
| キク科 | | | | | | |
| ヤマノハコ | 443,647 | | | | ○ | |
| サマニヨモギ | 694 | | | | ○ | |

付表2. 続き

| 和名 | 標本番号 | 登山道 周辺 | 羅臼湖 | 流入河 川周辺 | 天頂山 | その他 |
|-----------------------|-----------------------------|-----------|-----|------------|-----|-----|
| オオヨモギ | 600 | | ○ | | | |
| エゾゴマナ | 593,667 | ○ | ○ | | | |
| ミミコウモリ | 555,556,657 | ○ | | | | |
| エゾノサワアザミ | 656 | | | ○ | | |
| チシマアザミ | 530 | | | ○ | | |
| ヨツバヒヨドリ | 632,376 | | ○ | | ○ | |
| ヤナギタンポポ | 684 | | ○ | | | |
| <i>Ixeris dentata</i> | | | | | | |
| ニガナ | 539 | | | ○ | | |
| シロバナニガナ | 534 | | | ○ | | |
| トウゲブキ | 304,399 | | ○ | | | |
| アキタブキ | 131 | ○ | | | | |
| コウゾリナ | 536 | | | ○ | | |
| ハンゴンソウ | 406,571, | | ○ | | | |
| コガネギク | 459,561 | ○ | | | | |
| キキョウ科 | | | | | | |
| サワギキョウ | 548 | ○ | | | | |
| タニギキョウ | 220,270 | ○ | | ○ | | |
| スイカズラ科 | | | | | | |
| リンネソウ | 417 | | | | ○ | |
| ケヨノミ | 163 | ○ | | | | |
| オオカメノキ | 163 | ○ | | | | |
| ウコンウツギ | 208,265,559 | ○ | | | | |
| イワウメ科 | | | | | | |
| イワウメ | 678 | | | | | ○ |
| ガンコウラン科 | | | | | | |
| ガンコウラン | 674,681,697 | | | | ○ | ○ |
| ツツジ科 | | | | | | |
| ヒメシャクナゲ | 160,178,185,197,212,215,222 | ○ | ○ | ○ | | ○ |
| ウラシマツツジ | 676 | | | | | ○ |
| ミヤマホツツジ | 358,431,599 | | ○ | | ○ | |
| シラタマノキ | 347,540,703 | | ○ | ○ | | |
| カラフトイソツツジ | 209,644 | ○ | | | | ○ |
| ハナヒリノキ | 262 | ○ | | | | |
| ミネズオウ | 680 | | | | | ○ |
| コヨウラクツツジ | 134,164,196 | ○ | | | | |
| アオノツガザクラ | 340 | | | | | ○ |
| キバナシャクナゲ | 679 | | | | | ○ |
| ハクサンシャクナゲ | 691 | | | | ○ | |
| エゾツツジ | 357,446, | | | | ○ | |
| クロウスゴ | 269,470 | ○ | | | | |
| ツルコケモモ | 233 | ○ | | | | |
| イワツツジ | 190,260,497, | ○ | | | | ○ |
| オオバスノキ | 119,273,371 | ○ | | | ○ | |
| コケモモ | 259 | ○ | | | | |
| リンドウ科 | | | | | | |
| エゾオヤマリンドウ | 570 | ○ | | | | |
| リンドウ sp. | 700 | | | | ○ | |
| ツルリンドウ | 255,464 | ○ | | | | |

付表2. 続き

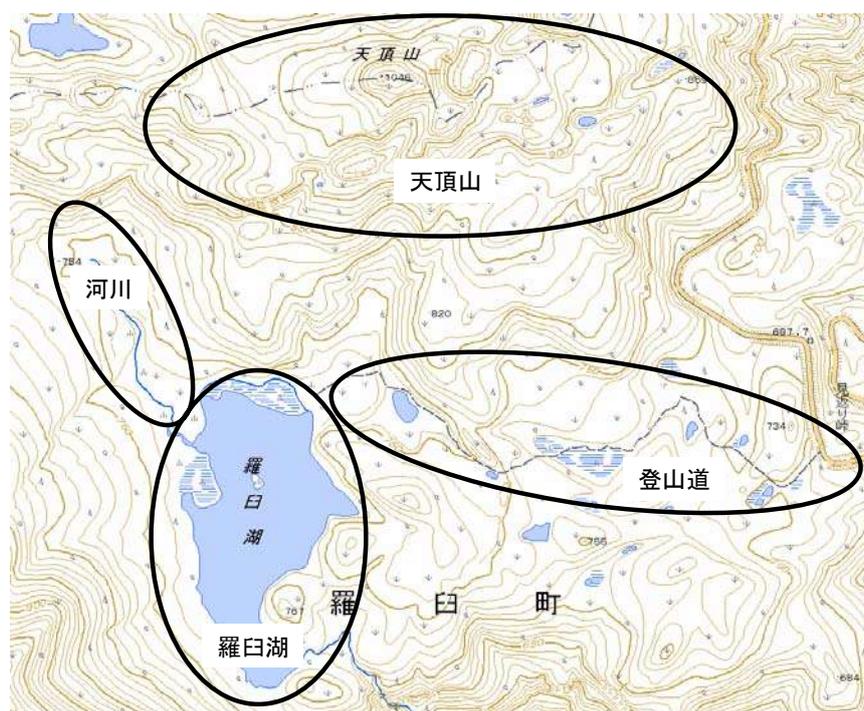
| 和名 | 標本番号 | 登山道 周辺 | 羅臼湖 | 流入河 川周辺 | 天頂山 | その他 |
|----------------------------|---|-----------|-----|------------|-----|-----|
| シソ科 | | | | | | |
| イストウバナ | 535, | | | ○ | | |
| エゾシロネ | 410,606 | | ○ | | | |
| タヌキモ科 | | | | | | |
| タヌキモ | 609,610 | | ○ | | | |
| ミツガシワ科 | | | | | | |
| ミツガシワ | 517 | | ○ | | | |
| オオバコ科 | | | | | | |
| オオバコ | 578 | ○ | | | | |
| サクラソウ科 | | | | | | |
| エゾコザクラ | 180,218,341, | | | ○ | | ○ |
| ツマトリソウ | 230,507 | ○ | | | | |
| イチヤクソウ科 | | | | | | |
| コバノイチヤクソウ | 429 | | | | ○ | |
| アカネ科 | | | | | | |
| エゾノヨツバムグラ | 219,281 | | ○ | | | |
| ホソバノヨツバムグラ | 287 | ○ | | | | |
| ツルアリドオシ | 554 | ○ | | | | |
| ゴマノハグサ科 | | | | | | |
| シオガマギク | 445,533 | | | ○ | ○ | |
| エゾヒメクワガタ | 224,278,427,607 | | ○ | ○ | ○ | |
| 単子葉植物<Monocotyledoneae> | | | | | | |
| サトイモ科 | | | | | | |
| ミズバショウ | 123,130,135,138,151,153,158, 162,201 | ○ | ○ | | | ○ |
| カヤツリグサ科 | | | | | | |
| ヒラギシスゲ | 542 | | ○ | | | |
| ショウジョウスゲ | 294,420,460 | | ○ | | ○ | |
| ヒメカワズスゲ | 354,373,398,421,422,484 | ○ | ○ | | ○ | |
| ハクサンスゲ | 368,394,493 | ○ | ○ | | ○ | |
| *ハリガネスゲ | 350 | | | ○ | | |
| ミタケスゲ | 238,252,303,471,502 | ○ | ○ | | | ○ |
| キタノカワズスゲ | 245,290,356,409,412,479,494, 504 | ○ | ○ | | | |
| イトキンスゲ | 280,282,424,425 | | | ○ | ○ | |
| ハガクレスゲ | 235,254,419 | ○ | | | ○ | |
| ムジナスゲ | 299,302,595 | | ○ | | | |
| ヤチスゲ | 229,232,389,392,468,472,495, 500,520,632 | ○ | ○ | | | |
| *ムセンスゲ | 509,590 | | ○ | | | |
| ヤラメスゲ | 292,293,390,391,393,403,404, 411,521,531,541 | | ○ | ○ | | |
| キンチャクスゲ | 228,237,343,437,478, | ○ | | ○ | ○ | |
| <i>Carex middendorffii</i> | | | | | | |
| トマリスゲ(ホロムイスゲ) | 356,469,474,501 | ○ | ○ | | | |
| キリガミネスゲ | 473 | | ○ | | | |
| ヒメスゲ | 370,418,653,702 | | | | ○ | ○ |
| タカネハリスゲ(ミガエリスゲ) | 210,234,297,491 | ○ | ○ | | ○ | |
| サドスゲ | 279,538 | | | ○ | | |
| シュミットスゲ | 553 | | ○ | | | |

付表2. 続き

| 和名 | 標本番号 | 登山道 周辺 | 羅臼湖 | 流入河 川周辺 | 天頂山 | その他 |
|----------------|---|-----------|-----|------------|-----|-----|
| リシリスゲ | 439,603,699 | | | ○ | ○ | |
| ラウスゲ | 492,586 | ○ | | | | |
| アゼスゲ | 405,483,488,506,552 | ○ | ○ | | | |
| ヒロハオゼヌマスゲ | 241,248,300,477,489,505 | ○ | ○ | | | ○ |
| キンスゲ | 423,563,588,625 | ○ | | ○ | ○ | |
| オニナルコスゲ | 227,239,249,291,355,481,482, 503 | ○ | ○ | | | |
| スゲ sp. | 467 | ○ | | | | |
| マツバイ | 510,659 | ○ | | | | |
| クロヌマハリイ | 289 | | ○ | | | |
| *シカクイ | 529 | | | ○ | | |
| *サギスゲ | 349 | | | ○ | | |
| ワタスゲ | 107,124,137,150,152,154,157, 159,161,213,217,250,301 | ○ | ○ | ○ | | ○ |
| ミカツキグサ | 306,475,508,582, | ○ | ○ | | | |
| ミネハリイ | 351,465,487,587 | ○ | | ○ | | |
| *ヒメワタスゲ | 348 | | | ○ | | |
| *ホシクサ科 | | | | | | |
| *カラフトホシクサ | 580 | ○ | | | | |
| *クシロホシクサ | 511 | ○ | | | | |
| イネ科 | | | | | | |
| ヤマヌカボ | 408 | | ○ | | | |
| ミヤマヌカボ | 453,591 | ○ | | | | |
| コミヤマヌカボ | 267,342,440,562,621,650 | ○ | | ○ | | |
| エゾヌカボ | 395,519,584,660 | ○ | ○ | | | |
| イワノガリヤス | 396,440,514 | | ○ | | | ○ |
| チシマガリヤス | 480,546,579,583 | ○ | | | | |
| タカネノガリヤス | 263,458,537,567,602,651,693 | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| コメススキ | 268 | ○ | | | | |
| ミヤマドジョウツナギ | 648 | | | | ○ | |
| カラフトドジョウツナギ | 277,547 | ○ | | | | |
| ヨシ | 611 | | ○ | | | |
| チシマザサ | 103 | ○ | | | | |
| チマキザサ(クマイザサ) | 115,687 | ○ | | | | |
| アヤメ科 | | | | | | |
| ヒオウギアヤメ | 551,634 | ○ | | | | |
| イグサ科 | | | | | | |
| イグサ | 257,266,404,448,485,589 | ○ | | | ○ | |
| エゾホソイ | 366,407,476,486 | ○ | ○ | | | |
| ミヤマホソコウガイゼキショウ | 243,387,466,490,512,527,581 | ○ | ○ | | | ○ |
| タカネスズメノヒエ | 195,369,601,652 | | ○ | | ○ | |
| ヌカボシソウ | 139,204,246,447 | ○ | ○ | | | |
| ユリ科 | | | | | | |
| ギョウジャニンニク | 261 | ○ | | | | |
| タチギボウシ | 544 | ○ | | | | |
| クルマユリ | 380 | | ○ | | | |
| *ヒメマイヅルソウ | 258 | ○ | | | | |
| マイヅルソウ | 236 | ○ | | | | |
| オオバタケシマラン | 461,462 | ○ | | | | |
| ヒメタケシマラン | 166 | ○ | | | | |
| オオバナノエンレイソウ | 346 | | ○ | | | |
| エンレイソウ | 205,616 | ○ | | | | |

付表2. 続き

| 和名 | 標本番号 | 登山道 周辺 | 羅臼湖 | 流入河 川周辺 | 天頂山 | その他 |
|----------------|---------------------|-----------|-----|------------|-----|-----|
| ラン科 | | | | | | |
| コイチヨウラン | 428,549 | ○ | | | ○ | |
| *ミヤマフタバラン | 256 | ○ | | | | |
| アルドオシラン | 550 | ○ | | | | |
| ハクサンチドリ | 206 | ○ | | | | |
| タカネトンボ | 286 | | ○ | | | |
| ミヤマチドリ | 274 | ○ | | | | |
| ホソバノキソチドリ | 242 | | | | | ○ |
| ヒルムシロ科 | | | | | | |
| フトヒルムシロ | 352,522,523,658,661 | ○ | ○ | ○ | | |
| *ヒロハノエビモ | 401,518 | | ○ | | | |
| ホロムイソウ科 | | | | | | |
| ホロムイソウ | 309,516 | ○ | | | | ○ |
| ホソバノシバナ | 528 | | | | | |
| ミクリ科 | | | | | | |
| ホソバウキミクリ | 543 | | ○ | | | |
| タマミクリ | 682 | | ○ | | | |
| チシマミクリ | 515 | | | | | ○ |



フロラリスト付図. リスト上の採集地名

登山道: 登山道の周囲(一～五の沼、アヤメが原を含む)

羅臼湖: 羅臼湖の内水面及び湖岸(周囲の湿原を含む)

河川: 流入河川及び周囲の草地や湿原等

天頂山: 天頂山及び付近の火口群一帯

平成 18 年度 知床世界自然遺産生態系調査報告会

財団法人 知床財団

本報告会は、平成 18 年度に環境省予算によって実施された「知床世界自然遺産地域生態系モニタリング調査」を中心に、知床半島およびその周辺海域をフィールドとして実施された調査研究の成果について、多分野の研究者、専門家および関連行政機関が一堂に会して、以下のとおり開催された（各報告の内容については、講演要旨を参照）。

日時：平成 19 年 3 月 4 日（日） 09：30～17：30

会場：かでの 2・7 730 会議室

主催：環境省

【1】報告会式次第

1. 開会

2. 挨拶

渋谷晃太郎（環境省釧路自然環境事務所所長）

09:30-09:35

3. 主旨説明

山中正実（知床財団）

4. 陸域関連調査報告

座長：石川幸男（専修大）

(1) 知床のキノコ相

五十嵐恒夫（科学委員）・裊屋朝雄（北海道キノコの会）

09:35-09:50

(2) 知床の植物相

高橋英樹（北大総合博物館）・岩崎 健（北大院農学）

09:50-10:05

(3) 遠音別岳のシレットコスミレ

内田暁友（知床博物館）

10:05-10:20

(4) 2006 年度シレットコスミレの遺伝的多様性調査概要報告

工藤 岳（北大院地球環境科学）

10:20-10:35

(休憩 10:35～10:50)

- | | |
|--|-------------|
| (5) シカ採食圧と在来植物の現況、植生回復試験の経過 石川幸男（専修大） | 10:50-11:10 |
| (6) 知床の野生動物調査 小平真佐夫（知床財団） | 11:10-11:25 |
| (7) 討論 | 11:25-11:45 |

（昼休み 11:45～13:00）

5. 海域および河川関連調査報告

座長：桜井泰憲（北大院水産）

- | | |
|---|-------------|
| (1) 知床沿岸における浅海域の魚類相 矢部 衛（北大院水産） | 13:00-13:15 |
| (2) 知床沿岸における浅海域の無脊椎動物相 千葉 晋・園田 武（東京農大） | 13:15-13:30 |
| (3) 知床沿岸における浅海域の海藻相 阿部剛史（北大総合博物館） | 13:30-13:45 |
| (4) 水中ロボットカメラ（ROV）を用いた知床周辺海域における生物相のマッピング 山本 潤・岩森利弘（北大 FSC）・野別貴博（知床財団）・桜井泰憲（北大院水産） | 13:45-14:00 |
| (5) 世界自然遺産知床におけるキーストン魚種の移動生態について 本多健太郎・宮下和士（北大 FSC） 帰山雅秀・工藤秀明・桜井泰憲（北大院水産） | 14:00-14:15 |
| (6) 知床世界自然遺産地域内におけるサケ属魚類の河川遡上動態と陸域生態系への 物質輸送に関する研究 帰山雅秀・宮本幸太・横山雄哉・工藤秀明（北大院水産） | 14:15-14:30 |

（休憩 14:30～14:45）

- | | |
|--|-------------|
| (7) 知床半島周辺海域におけるクロロフィル a 濃度分布の季節変動 平譚 享・齋藤誠一（北大院水産） | 14:45-15:00 |
| (8) 知床海域における海生哺乳類管理の現状と課題 小林万里（東京農大） | 15:00-15:15 |
| (9) 知床世界自然遺産登録地の河川におけるサケ科魚類の再生産の現況 小宮山英重（野生鮭研究所） | 15:15-15:30 |
| (10) 討論 | 15:30-15:50 |

(休憩 15:50-16:00)

6. 総合討論

座長：大泰司紀之（酪農学園大）

16:00-17:30

7. 閉会

【2】報告会における討論について

報告会における陸域関連調査および海域・河川関連調査、それぞれの報告後に石川座長および桜井座長による進行で討論が行われた。また、最後に知床世界自然遺産地域科学委員会の委員長である大泰司座長を中心に、今後順応的管理を実施していく上で如何に効率的なモニタリングを実行していくのかについて総合討論が行われた。各討論の要点は以下のとおりであった。

1. 陸域関連調査討論概要

- ・ キノコ相は、全体像は把握されたものと判断されるが、高標高地は未調査であるので、今後可能であれば実施する価値はある。
- ・ 羅臼湖の植物相は、今年度に集中的な調査を実施したことから、今後は知床沼周辺を対象とした同様の調査を実施しておいた方が良い。また、遠音別岳低標高地には小さな池沼群があり、希少種の発見例もあるので、調査地としては重要である。
- ・ シレットコスミレの遺伝子分析については、手法（マーカー）を変えてもう一度分析をする必要がある。また、本種の繁殖についても興味深いことが今年度の調査で示されたため、今後調査項目として検討したい。
- ・ シレットコスミレの分布は、今年度は遠音別岳でプロット調査を実施したが、硫黄山周辺でもプロットさえ作れば有効なモニタリングサイトとなる。遠音別岳プロットは、数年後には再度調査をする必要性がある。
- ・ エゾシカの植物への影響をモニタリングするためには、影響を評価するためのプロット作りが重要であり、現在作成を行っているが十分ではない。今後、エゾシカの越冬地の周辺部を中心に、影響拡大を監視する必要がある。
- ・ モニタリングを確実に実施していくために、若手研究者が知床をフィールドに持ってモニタリングに参加し、そのことで野外調査訓練を積むシステム作りが重要である。また、モニタリングは個人レベルで継続していくというのは困難である。そのため、長期的なモニタリング体制作りが今後重要であるので、検討しておくべきである。

2. 海域および河川関連調査討論概要

- ・ 衛星画像解析の結果から、植物プランクトンのブルームに関して、知床の海洋環境の特性が示された。もう一度しっかりと生態系の特色を見直す必要性が高い。この特殊な海洋環境が、海棲哺乳類や鳥類などの出現や分布などと関連している可能性があるため、しっかりと検討する。
- ・ サケ類の移動生態については、サンプル数が少なかったためにはっきりとしたことは今年度調査からは言えないが、母川に戻るまでに沿岸域において寄り道はしている。今後サンプル数と受信機を増やせば多くのサケ類の母川回帰に関する情報が得られる。そうすれば情報を漁業者に還元できる。
- ・ ROV 調査に関して、平成 18 年度は羅臼沖で実施したが、今後斜里沖を観察することで、半島両側の海洋環境の違いに対する生物相の違いを可視化することが出来る。
- ・ 今年度の浅海域は岩礁潮間帯を中心に実施したが、今後は水深 20～30m までが重要であり、潜水調査に加え、小型そりネットを使用することも視野に入れて進めたい。無脊椎動物の分類に関しては、専門家と連携・協力する必要性が高い。海藻・海草に関しては、分類のみならず藻場が稚魚の育成場などとして重要なので、今後分布を含めて検討する必要性が高い。また、40 年前に羅臼海域を中心とした詳細な海藻類調査が実施されているので、40 年前と比較可能な採集調査を実施することで、価値在るものとなる。
- ・ 衛星画像については、クロロフィル a、海表面水温および海面高度に関して知床データセンターのホームページによる公開が可能である。
- ・ 海棲哺乳類は、移動に関する情報が少ないのが現状であるが、今後じっくりと検討していくこととし、短期的にはデータベース等で他の生物との相互関係について検討したい。

3. 総合討論概要

総合討論では、1) 順応的管理を確実に実行していくための調査項目の検討、2) 調査継続に係わる人的・組織的体制作りと地元への情報還元の仕組み、3) 調査に係わる資金の担保の3点を中心とした議論が行われた。要約は以下のとおりである。

3-1) 順応的管理を確実に実行していくために必要な調査項目の検討

重要な調査項目には、短期集中的調査と、モニタリング調査があり、両者を分けて検討することが妥当であると座長より提起された。短期集中的に実施する調査は、インベントリ作成による知床生態系の構成種を明らかにすることや、構成種の生物学・生態学的な特徴を把握するためのものであり、本地域を適切に管理していく上で必要である。このような調査は、生息種の人為的な影響や気候変動への応答を知る上でも貴重な情報となり得る。生物相に関しては生物多様性の根幹をなす部分であるので、優先順位を上げて出来るだけ継続してやり尽くした方が良いとの意見が出された。また、陸棲昆虫類は十分に把握されていないが、そのような分類

群をリストアップし、今後調査を実施していくか否かを判断しなければならないとの意見があった。さらに、ルシャ川など知床半島のホットスポットと見なされる地域に対しては、総合調査の実施も検討する必要がある。

モニタリング調査は、陸域においてエゾシカによる植生への影響把握のための定点を作っている段階にある。また、シレットコスミレについては1定点があり、今後モデル植物として新たな定点を作る必要がある。海域においては岩礁潮間帯の貝類を中心とした定点調査が実施され、現状把握が行われている。定点の設置には多大な費用と労力を要するが、着実に作っていかなければならない。また、海域では海洋環境のモニタリングがリモートセンシングによって開始されており、今後海洋生物の応答について検討可能な状況である。陸域においても同様の手法で雪の消長などの経年変化を捉えることにより動植物の生息数との関連などを把握する上で今後実施すべき項目の1つである。

3-2) ネットワーク作りと地元への情報還元の仕組み

ネットワーク作りのためにも本報告会は、調査全体を見ることができると極めて重要であり、継続していくべきである。一方で地域に対しても地元説明会が重要である。地元行政機関からは、知床に多分野の研究者が訪れて調査を実施していることに対し、地元の住民は何をやっているのか不信を抱くようになる可能性もあり、研究者と地元住民との乖離があってはならないとの意見があった。報告会を継続するとともに、生態学会や水産海洋学会の支部会を旨く使って地元開催し、研究者間、研究者と地元住民のネットワークを作っていく必要がある。

3-3) 調査に係わる資金の担保

知床世界自然遺産地域を順応的に管理していくためには、モニタリング調査を確実に実施・継続しなければならない。そのためには、資金の担保が必要不可欠である。

行政サイドからは、まず現状のような調査費が今後とも知床に対して出るということは無いことが示され、重要性が高い一方でコストが掛かってしまう調査は出来るだけ早期にやった方が良いという指摘があった。また、衛星画像解析を調査に組み合わせていくなどコストをかけずにモニタリングを行っていく方法を確立して欲しい、知床の順応的管理に必要な不可欠な調査を提示して欲しい、何年に一度やればモニターとして十分であるのかを提示してもらいたいなどの要望があった。

研究者サイドからは、行政の財政事情からモニタリング調査の金銭的保証は困難であることは承知しているが、順応的管理によって管理計画を実行していくためにはモニタリング予算を確保すべきである。効率的かつ知恵を絞って資金の掛からない必要最低限の調査を費用対効果の大きいようにやるべきである。今後、行政サイドが先の予算を確保するという動きが欲しい。などの意見が出された。また、コストをかけずにモニタリングを実施していくということを考

えると、外部資金やボランティアを利用することを考えなくては成らない。すなわちコストのかからないモニタリングの体制作り、ボランティアでも可能な調査を今後行えないかとの意見が出た。一方で、予算・人手が足りないから地域・ボランティアという志向は安易であるとの意見もあった。

最後に、科学委員会委員長でもある大泰司座長より、本報告会で発表された成果と討論における様々な意見を科学委員会に反映させて、必要な調査項目を決定していくことが確認された。

【3】資料：講演要旨

知床のキノコ相

五十嵐恒夫¹⁾・袈屋朝雄²⁾

1) 科学委員会委員、2) 北海道キノコの会

研究史

1. 亀井専次・五十嵐恒夫（1959）：知床半島の材質腐朽菌について．日林北支講、8、53－54
2. 小垣朝幸（1990）：知床のキノコ類．知床博物館研究報告、11、41－48
3. 五十嵐恒夫・袈屋朝雄・佐藤清吉（1992）：知床半島のキノコ．北見営林局（未印刷）

調査方法

- ・ 歩道沿いにキノコを探し、発生環境、特徴、サイズの記録、生態写真の撮影、標本の採集、乾燥標本の作製など。
- ・ 調査場所：オシンコシン、ウトロ高原、ウトロ東、幌別自然観察林、羅臼岳岩尾別コースと岩尾別、岩尾別台地、イダシュベツ川、硫黄山、羅臼岳羅臼コース、羅臼湖。
- ・ 調査時期と日数：2004年5月31日～10月5日（5回32日）、2005年4月24日～10月23日（7回38日）、2006年5月28日～10月11日、7回42日

調査結果

- ・ 種類数（2007/02/27 現在）

担子菌亜門

真正担子菌綱

帽菌亜綱

ハラタケ目489種

ヒダナシタケ目121種

腹菌亜綱 13種

異型担子綱 14種

子囊菌亜門 44種

合計 601種

- ・ 地区別種類数：幌別教育林 298種、羅臼岳岩尾別コース 147種、ウトロ東 123種、ウトロ高原 112種、イダシュベツ 96種、オシンコシン 68種。

報告会では、主要な種について解説する。

知床の植物相

高橋英樹¹⁾・岩崎 健²⁾

1)北海道大学総合博物館、2)北海道大学大学院農学研究院

知床半島の植物相については植物リストの概要がほぼ解明された段階だが、①新たな自生種が発見される可能性、②移入植物種が増加する可能性、③実際には生育していない種が含まれている可能性がある。これらの問題を解決するために、証拠標本に基づいた植物リスト作成が求められており、今年度は以下の2テーマについて調査研究を行った。

1) 北大総合博物館所蔵知床半島産植物標本データベース(合弁花類)(高橋英樹・岩崎 健)

知床半島産植物標本を所蔵する標本庫を横断するデータベース(DB)作成を目標とし、今年度は北大総合博物館植物標本庫の合弁花類から知床産標本(斜里岳を含む広地域を対象)を選び出し、526点の標本のラベルデータをDB化する事ができた。

知床半島地域の採集標本を年代順に見ると、1884年7月14日に宮部金吾により斜里山道で採られた標本が最も古いようである。知床半島本体においては、1928年になって原忠平やGublerによる羅臼岳、硫黄山、知床岳の採集が始まる。その後は、1947年の舘脇・高谷による知床岬、1951年のClass 1951あるいは三角・大竹・豊國による岩尾別、羅臼岳、硫黄山、1952年の鮫島・辻・水沢による知床岳等が続く。これまでの標本採集密度は、半島の北東部半分において比較的高いが、南西部では大変少ない事が明らかになった。現時点では種毎の地理分布マップを証拠標本に基づいて作成することは現実的でなかった。

2) 羅臼湖周辺の植物相調査(岩崎 健・内田暁友・高橋英樹)

フロラ調査は2005年5月下旬~9月下旬にかけて、①5月26~27日、②6月11~14日、③6月26日~7月4日、④7月20~27日、⑤8月10~15日、⑥8月28日~9月3日、⑦9月24~26日の計7回行った。

調査の結果、58科217種5変種の維管束植物が確認され、以下の11種の知床新産植物を確認した: タチモ、カラフトホシクサ、クシロホシクサ、ハリガネスゲ、ムセンスゲ、サギスゲ、ヒメワタスゲ、シカクイ、ヒメマイヅルソウ、ミヤマフタバラン、ヒロハノエビモ。新産植物は、ヒメマイヅルソウとミヤマフタバランを除いて生育地が湿原であった。今後、知床沼など知床半島内の他湿原域で新産植物発見の可能性はある。

国や北海道のレッドデータブックに掲載されている29種の希少植物を確認した(新産5種を含む)。これに既存の98種(中川ら2005)を加えると知床半島の希少種は103種となった。希少種の保護上、アヤメが原と羅臼湖岸については、利用に際して十分な注意を払う必要がある。

なお羅臼湖周辺で確認された帰化植物はオオバコ 1 種であり、確認された個体も少数であった。知床横断道路沿いに多数の帰化植物が侵入している現状を考えれば、羅臼湖周辺は原生の植生を維持している貴重な場所であることが再確認された。

遠音別岳のシレトコスミレ

内田暁友

斜里町立知床博物館

シレトコスミレは高山の風衝砂礫地に生育するスミレ科の多年生草本で、知床半島および南千島に分布する。知床半島で見られる植物では種としての分布域が最も限られており、北海道版レッドデータブック（北海道環境生活部環境室自然環境課 2001）において絶滅危急種（Vu）と判定されている希少な植物であるとともに、知床半島の象徴的な植物として親しまれている。

知床半島における産地については硫黄山と羅臼岳、遠音別岳の 3 産地があげられているが（Nakai 1928; 吉村 1977; 靱山 1982）羅臼岳に関しては近年の確認がなく、現在確実な産地は硫黄山と遠音別岳の 2 産地のみである。

分布の南限となる遠音別岳個体群は 1975 年に確認されたものである（吉村 1977）。稜線鞍部の局限された範囲に生育しており、1982 年および 1984 年に詳細な個体群調査がおこなわれている（吉村 1983; 吉村・新庄 1985）。生育する風衝砂礫地は合わせて 1 ha に満たず、個体数は約 27,000 と推測されている（吉村 1983）。

その後、知床半島ではエゾシカの急増という環境の急激な変化があったにも関わらず、遠音別岳のシレトコスミレ個体群については増減やエゾシカによる被食・踏圧の影響に関する情報はなかった。そこで報告者は現地調査をおこない、モニタリングサイトの設置と成熟個体数のカウント、および周囲の踏査による希少種の分布の把握をおこなった。

調査はシレトコスミレ開花期に行い、2006 年 7 月 3 日に個体群調査を実施した。モニタリングサイトは 4×4 m のコドラートとし、設置場所は吉村・新庄（1985）が全個体について xy 座標をプロットした 4×4 m のコドラートを復活させた。コドラート中の全個体について xy 座標をプロットし、葉枚数と花の有無について記録した。また周辺の風衝地を踏査して成熟個体数をカウントした。

コドラート中の（非公開）個体のうち（非公開）個体が成熟個体で、調査地全域での成熟個体数は（非公開）だった。エゾシカが個体群に直接影響をおよぼした痕跡はみられなかった。ほかにこの山域で確認できた希少種はリシリビャクシン（環境省 EN, 北海道 Vu）、チシマツガザクラ（環境省 VU）、ミヤマシオガマ（北海道 R）、エゾヒメクワガタ（環境省 VU）、ミヤマフタバラン（知床新産、北海道 R）の 5 種であった。

吉村・新庄（1985）の調査時と比べ、コドラート内は（非公開）個体（32.4%）の減となった。しかし吉村・新庄（1985）は 1982 年から 1984 年の間の 2 年間で調査地の個体群密度が 2 倍になったとしており、1984 年がもともと「当たり年」だった可能性も高い。従って今回の調査結果から個体数の増減の傾向については推測できず、増減の傾向については今後定期的なモニタリングをおこなうことによって明らかになるだろう。

2006年度シレットコスミレ遺伝的多様性調査概要報告

工藤 岳

北海道大学大学院地球環境科学研究院

シレットコスミレは知床半島と択捉島の山岳地域に隔離的に分布する高山性のスミレであり、知床半島における分布は硫黄山・知円別岳・東岳周辺の火山性砂礫風衝地ならびに、遠音別岳のスミレ平である。しかし、その繁殖特性や遺伝構造についての情報はほとんどない。本調査は、シレットコスミレ分布域のほぼ全域を網羅する個体群において、生育状況、開花・結実状況、遺伝構造を明らかにする目的で2006年7月と8月に行った。集団間の遺伝的類似性や遺伝的多様性を解析し、その歴史的な背景や繁殖システムを明らかにし、保全生物学的視野に基づいた希少種の保全対策に役立つ知見を得ることを目的とした。

シレットコスミレは自然状態の結果率が62-96%と高い値を示した。繁殖個体は全体の約30%であり、実生も多数観察されたことから、良好な種子繁殖により個体群が維持されていると考えられた。また、体長約5 mmの小型のハエ類がシレットコスミレの花粉媒介を行っている可能性が示された。

南岳、知円別岳分岐、東岳南西部台地、硫黄山南東部鞍部、硫黄山第1火口入口斜面、遠音別岳スミレ平の6個体群において、シレットコスミレの葉をそれぞれ40株から採取した（合計240サンプル）。このサンプルを用いて、遺伝解析のベースとなる遺伝マーカーの開発を試みた。まず、既存のマイクロサテライト(SSR)マーカーおよびAFLPマーカーの有効性を確かめたが、これらのマーカーでは遺伝的変異は検出できず、シレットコスミレの遺伝的多様性解析に用いることができなかった。シレットコスミレのように局所的に分布する種では種内の遺伝的多様性が低いことが多く、遺伝変異を検出し難いのかも知れない。そこでシレットコスミレに有効なSSRマーカーの開発を試みた。詳細は省略するが、2007年2月現在、有望なSSRは検出できていない。今回のマーカー開発には乾燥標本から抽出したゲノムDNAを用いたが、生組織から抽出したDNAに比べて質が劣り、DNAライブラリーがうまく作成できていない可能性がある。生組織(葉や蕾など)のサンプリングを含めた抽出DNAの質の向上が、今後のマーカー開発に必要なと思われる。

シカ採食圧と在来植物の現況、植生回復試験の経過

石川幸男

専修大学北海道短期大学

世界自然遺産地域内で植生に著しい影響を与えているエゾシカに対処するために、平成 18 年度は、シカの採食圧の実態解明と今後の推移を監視するためのサイト設定、採食を受けている在来植物の現状、および回復に関わる以下の 4 項目について調査を行った。

シカ採食圧

1) 知床岬地区および幌別・岩尾別地区におけるシカによる樹皮剥ぎ履歴

知床半島の越冬地における過去のシカ採食圧実態を知るために、近年に樹皮の全周剥ぎで枯死したニレ属とイチイの幹円板を採取して、過去の傷を調査した。昨年度の調査の結果、どちらの地区でも 1800 年代の前半に 20~30% の個体が樹皮剥ぎされた時期があることが明らかとなっている。今年度は補足的に、幌別・岩尾別地区において 1900 年代以降に小径だったと考えられる個体を中心に、ニレ属 21 個体とイチイ 10 個体を採取した。その結果、1900 年以降の樹皮剥ぎ頻度はごく少なかったことから、最近およそ 200 年間の採食状況は、昨年度に報じたように、低頻度で緩やかな変動の後に近年の十数年で爆発的に増加したといえる。

2) 遠音別岳周辺地域におけるシカ採食圧モニタリングサイトの設定

シカによる採食圧の今後の推移を監視するために、遠音別岳 (1330m) 周辺地域において 6 地点のモニタリングサイトを設定した。サイトは斜里側の低標高部分 (標高約 320m) に 1 ヶ所、遠音別岳原生自然環境保全地域内に 4 ヶ所 (斜里側の約 500m 地点と 600m 地点、スミレ平 (1050m)、羅臼側の約 915m 地点)、さらに羅臼側の春刈古丹川中流部に 1 地点 (490m) が選ばれた。いずれの地点においても採食圧は軽微だったことから、今後採食圧の拡大等の変化が起こった場合、種組成と群落構造の面でその推移を検出できると期待される。

在来植物の分布：知床半島の海岸部における高茎草本群落と風衝地群落の現況調査

知床半島の海岸部に分布する高茎草本群落と風衝地群落はシカの強い採食圧にさらされており、特に越冬地で著しい。採食が特に著しい知床岬地区以外でのこれらの群落の残存状況を知るために調査を行っている。今年度は、昨年度の概査によってこれら群落の保存状況の良いことが判明している羅臼側の観音岩~ペキンノ鼻間の 14 地点、斜里側ではカプルワタラ~イダシュベワタラ間の 12 地点において、群落組成を調査した。調査は残存程度のより少ない高茎草本群落を主体に行われ、合計で 101 種の在来種が確認された。このうちでネムロスゲ、エゾモメンヅル等の 7 種の希少種が確認された一方で、外来種は確認されなかった。昨年の分布

調査で確認された種に加え、新たに 23 種が確認された（半島全域の包括的なフロラには記載済み）。また、高茎草本群落と風衝地群落の主要種の分布・残存状況を検討した。

植生回復試験の経過：知床岬における防鹿柵を用いた植生回復実験の経過

強度のシカ採食圧にさらされている風衝地のガンコウラン群落、山地高茎草本群落と亜高山高茎草本群落を保護するために防鹿柵を設置して、2003 年より回復状況を調査している。柵の設置後 4 シーズンを経過したガンコウラン群落においては、柵内においてガンコウランの株面積が順調に増加し、他の高山植物の個体数も増加した。同様に山地高茎草本群落においても、復元目標であるセリ科草本の繁殖個体が確認され、在来種の種数も増加している。柵の設置後 2 シーズン目に相当する亜高山高茎草本群落においては、主要な目標の 1 種であるシレトコトリカブトの回復は顕著とはいえないものの、在来種数が柵外での 35 種に対して柵内では 53 種を数え、回復傾向がうかがえた。

知床の野生動物：最近の研究から

小平真佐夫

財団法人 知床財団

ここ数年に知床で行われた4つの野生動物関連調査について簡単に報告する。

① エゾシカ季節移動調査（環境省2004～2006、知床財団+朝日新聞2005）

知床半島に生息するエゾシカ個体群の内部構造を探るため、2004年9月から2005年3月にかけて、メス成獣79頭とオス成獣2頭に発信器と耳標を装着し、その後最大2年6ヶ月追跡した。結果、越冬地に対する忠実度は高いこと、越冬地ごとに通年越冬地を利用する定着型と無雪期を他の地域で過ごす移動型が存在すること、移動型の越冬地入りは12月からであること、遺産地域外で越冬するシカには無雪期に遺産地域を使う個体がいることが分かった。

② エゾシカ採食圧調査（林野庁2006）

越冬地2ヶ所（斜里側真鯉地区、羅臼側ルサ相泊地区）、非越冬地2ヶ所（斜里側知床連山中腹地区、羅臼側陸志別地区）の4地区に、合計35本の混合ベルト調査区（約400m²）を設置し、森林植生と被食状況を調査した。結果、被食本数、被食面積ともに斜里側越冬地が最大で、他の3地区に有意差はなかった。これら3地区に、クマイザサや選好樹種のエサ資源が多く残っているが、羅臼側はダケカンバとトドマツ優占の疎林で積雪時に利用可能なエサ量が限られるため、斜里側中標高地は標高に伴う気候要因のため、どれも越冬地に適していないと思われた。

③ オジロワシ長期モニタリング（知床オジロワシモニタリンググループ2003～）

知床半島におけるオジロワシの営巣状況を長期的に安定してモニターする体制を作るため、知床博物館の中川館長をリーダーに、地元の有志が2003年より活動を開始した。同半島海岸線に分布する営巣木を影響の少ない方法で低頻度に観察し、グループ共通のフォーマットで年ごとに結果をまとめ、記録していく体制を整えた。同グループは、2005年から2006年に確認された重油流出事故直後にあたる2006年の営巣状況モニタリングは極めて重要な意味を持つと認識している。

④ ヒグマGPSテレメトリー調査（知床財団2006）

北海道国際航空からの寄付金による3ヵ年事業の一部であり、北海道大学と北海道環境科学研究センター担当のDNA分析と合わせ、同地域のヒグマ個体群動態の解明と、特定保護管理計画策定を目標とし、成果は一般にもわかりやすく伝えることでヒグマ個体群の保全に貢献するものである。テレメトリー調査では電池寿命2年間のGPS首輪を毎年5頭に装着し、2年目以降には常時10頭をモニターできる体制を目指す。2006年には6頭に首輪を装着、既存の標識個体と合わせ現在7頭をモニター中。

知床沿岸における浅海域の魚類相

矢部 衛

北海道大学大学院水産科学研究院

知床半島の周辺海域は、寒冷な千島海流（親潮）の恒常的な影響下のもと、冬期には流氷に覆われ海面結氷する一方で、夏期には宗谷海峡を経て南下する対馬暖流の分流（宗谷暖流）の影響を受けるため、季節により海況が著しく変動し、海水温の周年変化は-1.7~20.5℃（水深50m）で推移する。また、知床半島の海岸線は半島基部に砂浜域があるが、その大部分が岩礁域からなり、特に半島先端付近は急峻な斜面が深海底に直接落ち込んでいる。このような特異な水圏環境は、魚類をはじめとする海産生物の著しい種多様性を育てていると考えられる。知床半島周辺海域の魚類相については、中川・野別（2003）が29目79科255種を報告している。しかし、その後においても根室海峡側の浅海岩礁域から新種ラウスカジカ *Icelus sekii* が発見されるなど、知床半島周辺の特に浅海域の魚類の種多様性は十分に把握されているとは言い難い。これらの状況をふまえて、本調査は知床半島全域の海産魚類の種多様性の現状を精査・解明し、世界自然遺産として登録された知床半島の周辺海域の生態系保全と持続的漁業の共存に向けての海域管理計画の策定ための基礎資料を得るために実施された。

2006年の調査は、夏期（7月21~30日）と秋期（11月3~11日）に知床半島の根室海峡側の4地点（相泊、化石浜、船泊、二本滝）とオホーツク海側5地点（アブラコ湾、文吉湾、獅子岩、大鱗番屋付近、チャシコツ崎）の浅海域で実施された。各調査点では主に大潮干潮時に形成されるタイドプールでのタモ網による採集と、夏期には水深約10mまでのスクーパー潜水調査を行った。調査の結果、知床半島浅海域で7目18科59種の魚類の生息を確認した。その魚種組成はタウエガジ科が15種（全体の25%）、カジカ科が13種（22%）を占め、知床半島の浅海域ではこの2科が極めて高い種多様性を示すことが明らかになった。種レベルでは、ハコダテギンポとギスカジカが優占的で、スジアイナメ、フサカジカ、ベロ、ムスジガジなどがそれらに次ぐ優占度を示した。採集された魚類のうち、暖海性魚類はメナダ、アシシロハゼ、マフグの3種のみで、他の56種は寒冷性魚種であった。また、中川・野別（2003）には記録がなく、知床半島での初記録種と見なされる10種（イワゲンゲ、ヒゲキタノトサカ、ハナジロガジ、オキカズナギ、キタタウエガジ、ニセタウエガジ、アヤギンポ、ヒメフタスジカジカ、ヤセカジカ、カンテンビクニン）を確認した。さらに、イワゲンゲ属、ゴマギンポ属およびクロカジカ属にそれぞれ含まれる3種は未記載種である可能性が高いと考えられる。

知床沿岸における浅海域の無脊椎動物相

千葉 晋・園田 武

東京農業大学生物産業学部アクアバイオ学科

潮間帯は生物多様性評価を行う上で重要な場所のひとつである。特に、季節的に複数の海流が流れ込む知床半島の場合、潮間帯周辺の動物相は、地域や季節ごとに複雑な様相を呈している可能性がある。しかし、ちょうど知床半島を中心としてオホーツク海沿岸から厚岸以北の太平洋沿岸にかけて、潮間帯の無脊椎動物相はほとんど記載されていない。

また、潮間帯は環境モニタリングを行う上でも有用な場所でもある。たとえば、地球温暖化等による海水温と気温の変動は、まず干満を繰り返す潮間帯で生息する生物に影響する可能性が高い。さらに、平成 18 年に起こったような油流出事故が再発した場合、知床沿岸で最も被害を受けるのは潮間帯のはずである。したがって、このような事象の事後評価を行うためにも、現時点での知床における潮間帯の生物相を把握しておくことは急務であろう。

本調査では、まず知床半島における潮間帯の無脊椎動物相の記載を目的とした。さらに、生物多様性の評価を目的として、コドラートによる定量調査も行った。本年度は主としてコドラート内で観察された貝類の同定を中心に行ったので、その結果を報告する。

今回のコドラート調査で出現し、種同定まで行えた貝類は 10 種であったが、ほぼ別種であることを確認できた種まで含めると 17 種になると推測できた。そのうち、クロタマキビ *Littorina sitkana* の出現頻度が半島全域（8 調査地）において、90%以上を占めていた。半島をウトロ側、半島先端部、羅臼側の 3 地域に区分してみると、出現種数はそれぞれ 12 種、12 種、15 種であった。また、参考までに今回の貝類データのみを対象に相対優占度曲線を描いたところ、羅臼側が他地域よりもわずかに緩やかに曲線が下降していた。この結果からは、若干ではあるが羅臼側で貝類群集の種の均等度が高いことが示唆される。

知床沿岸における浅海域の海藻相

阿部剛史

北海道大学総合博物館

知床沿岸浅海域の海藻相を、さく葉標本に基づき調査した。標本は知床財団の野別貴博氏が2006年7月と11月に採集したもので、採集地点は半島東岸先端寄りの相泊から岬を経て西岸大鱗番屋までの7地点と、半島西岸ウトロ付近のチャシコツ崎である。この結果、緑藻8種、褐藻19種、紅藻23種の計50種の生育を確認した。

この海域の海藻相については、北海道大学理学部植物学教室の黒木宗尚教授らのグループにより1967年から70年にかけて詳細な調査が行われている。今回の調査と比較できるよう、ウトロを含み打ち上げを除いた種数とすると、緑藻29種、褐藻39種、紅藻61種の計129種が報告されている(文献)。

これら2つの調査結果が示す出現種数の大幅な相違は、約40年間で知床における海藻の多様性が半分以下に激減したことを示すのではなく、調査方法の精度を反映した結果であると解釈すべきものである。黒木らの調査は1・3・5・6・7・8・9・10月と年間を通じて行われ、採集者は海藻分類学の専門家であった。これに対し今回の調査は、ごく少数の11月の標本を含むものの、ほぼすべて7月の標本のみで、採集者は海藻の専門家ではなかった。海藻分類学者が直接採集を行い、海藻類の季節消長を考慮して調査回数を増やすことにより、黒木らの調査と直接比較できる精度の調査を行うことが、知床の海藻相の現状を把握する上で必要である。

40年前の調査と直接比較することは出来ないものの、コンブモドキやアツバスジコンブなど、比較的大型でよく目立ち、7月にも多産したはずの幾つかの種が、今回の調査で出現していない。これらは産業上の重要種ではないが、コンブ類の系統分類学上で鍵となる種であり、道東域の特産種でもあるため、知床の海藻相を象徴する種とも言える。環境変化で消失したのであれば大きな問題であり、精査を要する。

文献：黒木宗尚・山田家正・増田道夫(1985) 知床半島東岸ラウス海域の海藻相とその植生。羅臼海域のコンブに関する総合調査報告書。pp.1-82. 羅臼漁業協同組合。

水中ロボットカメラ（ROV）を用いた知床周辺海域における生物相のマッピング

山本 潤¹⁾, 岩森利弘¹⁾, 野別貴博²⁾, 桜井泰憲³⁾

- 1) 北海道大学北方生物圏フィールド科学センター
- 2) (財) 知床財団 保護管理研究係
- 3) 北海道大学大学院水産科学研究科

目的)

知床半島海域部分は、陸域とは異なり、海洋環境や生物群集の視覚的な観察や定量的評価が困難である。本研究課題では、知床世界遺産海域の海底環境と生物群集を水中ロボットカメラ（ROV）により探査し、その生物相をマッピングする。これにより、海域の海底環境と生物群集の保全と持続的漁業の共存に向けたモニタリング手法を確立し、知床周辺海域の生物相をマッピングすることを目的とした。

方法)

本調査では、北大が保有する ROV（Expert Nova System, 広和(株)）を用いた。本 ROV は耐圧 400m、水深、水温、姿勢の計測のセンサーとビデオカメラ、デジタル・スチルカメラなどを装備し、さらに生物吸引器によってプランクトンなどの生物の採集が可能となっている。本年度の調査は、2006 年 11 月 20～22 日に、漁具が設置されていない羅臼の南西沖約 10km と、半島先端に近いペキンノ鼻の沿岸で、羅臼漁業協同組合所属指導船らうす（10.0 トン）を用いて実施した。尚、22 日は荒天のために観測はキャンセルされた。

結果と考察)

羅臼沖は、知床半島周辺域でも、比較的なだらかな海底地形となっており、水深が約 140m 付近と 220m の 2 点の観測点で行った。この海域の底質は、砂泥で懸濁物質が堆積しており、刺胞動物のウミエラ類やクモヒトデ類が卓越していた。これらのことから、この海域は流れが弱く、プランクトンや堆積する懸濁物質を捕食する生物が主に分布していることが明らかになった。これに対して、半島先端に近いペキンノ鼻の周辺の海底地形は急峻で、岩場や礫（レキ）の底質であった。岩場には、イソギンチャク類が群生し、礫の海底にはウミエラ類が認められ、プランクトンなど小さな生物の多い海域であることを示唆していた。この海域の魚類は、フサカサゴ科の魚類が卓越して分布しているのが確認された。

調査を行った 11 月下旬は、ほぼ沿岸域一帯に漁具が設置されていたために、限られた海域での観測となったが、ROV を用いた観察は、本海域における海底状況、生物の分布の状況を確認、観察するのに有効な手段であるといえる。今後、時期や観察数を増やすことにより、本海域の底棲生物相の地理的な分布特徴を明らかにしたい。

世界自然遺産知床におけるキーストン魚種の移動生態について

本多健太郎¹⁾・宮下和士²⁾・梶山雅秀³⁾・工藤秀明³⁾・桜井泰憲³⁾

- 1) 北海道大学大学院環境科学院
- 2) 北海道大学北方生物圏フィールド科学センター
- 3) 北海道大学大学院水産科学研究院

(非公開)

知床世界自然遺産地域内におけるサケ属魚類の河川遡上動態と 陸域生態系への物質輸送に関する研究

帰山雅秀・宮本幸太・横山雄哉・工藤秀明
北海道大学大学院水産科学研究院

サケ属魚類 *Oncorhynchus* spp. は、母川へ遡上産卵することにより陸域生態系の生物多様性と物質循環に影響を及ぼす。わが国には自然再生産するサケ属野生魚がきわめてすくない。サケ属魚類の遡上動態に関する研究は、シロザケ孵化場魚の遡上生態(真山・高橋 1977, 真山 1978)を除いてほとんど行われておらず、シロザケ *O. keta* とカラフトマス *O. gorbuscha* の野生魚に関しては全く行われていない。また、サケ属魚類が陸域生態系に及ぼす影響に関する研究は、北アメリカ大陸およびロシアでは数多く行われているが、わが国ではきわめて少ないのが現状である(帰山 2005)。

カラフトマス遡上動態

本研究では、知床半島ルシャ川に遡上して自然再生産するカラフトマスの遡上動態を評価するために、まず超音波発信機コード化ピンガーを挿入し再放流したカラフトマスの遡上行動をその受信器 VR2 (Vemco 社製) により観察することにより遡上行動および河川滞在時間を追跡した。次に、岩尾別サケマス孵化場においてカラフトマス遡上行動の 24 時間観測を行った。また、2006 年 8 月 24 日～10 月 10 日、ルシャ川に遡上するカラフトマス親魚の遡上数と降河数をカウントした。それらの基礎データをもとに、AUC 法(誤差推定:ブートストラップ法)と最尤法(正規-正規モデルとポアソン-正規モデル)の 3 モデルから、ルシャ川に遡上するカラフトマス親魚の個体数を推定した。さらにルシャ川におけるカラフトマスの産卵床数を、6 調査区の産卵床密度と産卵可能流域の面積から推定した。

遡河性サケ属魚類の河畔林生態系に及ぼす影響

本研究では、知床半島の河川生態系とその周辺の陸域生態系を含む河畔林生態系における植物、水生昆虫、魚類、陸生昆虫、鳥類および哺乳類に及ぼすサケ属魚類の影響を明らかにすることを目的とした。2006 年 8 月～10 月、ルシャ川におけるサケ科魚類(シロザケ、カラフトマス、サクラマスおよびオシヨロコマ)を採集し、体サイズ測定、採鱗、ストマックポンプによる胃内容物、安定同位体分析用筋肉の採集を行った。また、サバーネットにより水生昆虫を、ヘアトラップによりヒグマの体毛を採集した。河畔林のエゾノキヌヤナギ等の葉を収集した。それら標本を常法により乾燥粉末化脱脂後、スズカップにまるめ、質量計(MASS)により分析し、炭素と窒素の安定同位体比($\delta^{13}\text{C}$ と $\delta^{15}\text{N}$)を求めた。それらの安定同位体比から、カラフトマスあるいはシロザケの $\delta^{15}\text{N}$ が陸域生態系の生物にどの程度濃縮されるか、陸生昆虫やヒグマなどを通して河畔林へのどの程度輸送されるかを検討した。

知床半島周辺海域におけるクロロフィル a 濃度分布の季節変動

平譚 享・齊藤誠一

北海道大学大学院水産科学研究院

調査目的

本調査では、知床を中心として、根室海峡からオホーツク海、そして太平洋の一部にいたる海域における、水温、クロロフィル a 濃度、流水を衛星リモートセンシングにより、その季節変動など時系列に海洋環境および基礎生産の動態を把握することを調査目的としている。

資料と解析方法

Aqua 衛星 MODIS センサーにより観測された空間解像度 1 km の衛星データを用いた。解析期間は、2006 年 1 月より 2007 年 1 月までの 13 ヶ月である。日単位の衛星データから 8 日間単位の衛星データを作成した。項目は、海面水温とクロロフィル a 濃度である。海氷分布については、MODIS 可視データ、AMSR-E および SSM/I の衛星データを用いる。

衛星データ検証のための現場観測は、北海道大学水産学部附属練習船うしお丸を用いて、2006 年 6 月 28 日～7 月 7 日に実施した。観測項目は、光学観測、水温、塩分、クロロフィル a、栄養塩濃度などである。

8 日間単位の海面水温画像およびクロロフィル a 濃度画像を用いて、宗谷暖流の分布などの海洋環境の空間分布の特徴を解析した。さらに、知床半島の北側および南側の沿岸域に注目して、海面温度、クロロフィル a 濃度の季節変動を解析した。

結果と考察

春（夏）のブルームが起こる時期は、半島北側で 6 月上旬、南側で 8 月上旬であった。秋のブルームが起こる時期は半島の北側、南側共に 10 月上旬～中旬であった。海面水温が約 10℃ まで上昇すると春/夏のブルームが起こる。夏に 20℃ まで上昇した海面水温が約 10℃ まで低下すると秋のブルームが起こる。半島北側のクロロフィル季節変動は宗谷暖流が大きく影響していることが示唆された。

今後の課題

今後の課題として、1) 宗谷暖流と基礎生産との関係、2) 半島南側の物理構造と基礎生産との関係、3) 海氷分布とクロロフィル a 濃度、基礎生産との関係、4) 衛星・現場モニタリングの継続による経年変動の解明などがあげられる。

知床海域における海生哺乳類管理の現状と課題

小林万里

東京農業大学生物産業学部アクアバイオ学科

2005年7月に知床は世界自然遺産に登録された。その登録の理由には、知床は北半球では流水に覆われる季節海氷域の南限域であり、そこに特有の生態系が存在すること、海洋生態系と陸上生態系の相互作用が生む生態系が存在していること、両生態系の絶滅危惧種を含む生物種が多様であること、特に希少海鳥類、海洋生態系と陸上生態系を繋ぐサケ科魚類、氷縁生態系の高次捕食者であるアザラシ類などの海生哺乳類が多様であることなどが挙げられている。また、日本では3番目の世界自然遺産地域に登録された知床は、他の白神山地や屋久島と大きく異なる点として、その自然地域内に海が含まれており、そこで漁業が地域の基盤的な産業として営まれていることである。すなわち、人の生活を含めた海洋生態系保全が求められている。

知床の海洋生態系が健全であることは、そこで営まれている漁業を持続可能にし、また漁業は海洋生態系をモニタリングすることを可能にする。一方、海洋生態系の一員で海の高次捕食者である海生哺乳類をモニタリングすることは、海生哺乳類の保全管理だけではなく海洋生態系の健全性の指標にもなり得る。また、漁業と海生哺乳類管理の間には軋轢があり、漁業から見れば海生哺乳類による漁業被害が存在し、漁業経営に影響を与えている。一方、海生哺乳類の個体群動態的視点から見れば、漁業被害の軽減のための駆除や漁業活動による混獲も含めそれらの来遊個体数に大きく影響を与えている。つまり、海洋生態系の健全性を把握するためには、漁業のモニタリングや海生哺乳類のモニタリングのみならず、この両者の関連も把握する必要がある。

しかし、海生哺乳類調査は種ごとの断片的な調査はされているものの、季節ごとにこの海域をどんな海生哺乳類がどれぐらい利用しているさえ明らかではない。海生哺乳類を知床の海洋生態系の健全性の指標として考えていく上で、海生哺乳類調査の現在の取り組みと、今後どうあるべきなのかを考えて行きたい。

知床世界自然遺産登録地の河川におけるサケ科魚類の再生産の現況

小宮山英重
野生鮭研究所

2004年から2006年までの間に知床世界自然遺産登録地内の44河川でサケ科魚類の分布および資源量を調査した。知床半島沿岸の海域では11(～12)種のサケ科魚類が記録されている。登録地内の河川では8種のサケ科魚類が記録されているが、そのうち半分の4種(カラフトマス *Oncorhynchus gorbuscha*、シロザケ *O. keta*、サクラマス *O. masou*、オショロコマ *Salvelinus malma*) が再生産していた。

4種のうち資源量が最も大きかったのは、カラフトマスであった。産卵域の上限標高は、0m～140m(遡上確認河川数=28)の範囲(平均標高は、32m±38m)であった。遡上数に対して産卵域が狭いため、大半の産卵域で産卵床は重複して造成されていた。2年間の調査の集計では、河川で約20万匹が産卵していると推定された。また、本種のみが河川の河口部に当たる海域で産卵していることが産卵床および産卵行動から確認された。2006年の観察結果から海域で産卵している数は5万匹以上である可能性が考えられた。河川周辺で観察された本種の死体の状態から、越冬前のヒグマの食糧資源として本種は高い頻度で利用されていると推定された。

河川内で最も多くの川(分布河川31)で、かつ最も上流にまで分布していた(分布上限平均標高151m±124m、範囲20-395m、調査河川数=21)のは、4種の中で最も体が小型で、かつ淡水域のみの生活環境でも再生産可能なオショロコマであった。1970年代の調査で分布を確認した1河川では、今回の調査で絶滅を確認し、反対に、かつて分布が確認できなかった2河川で新たに分布を確認することができた。知床半島の河川にはオショロコマが特異的に高密度に分布しているが、その理由は解明されていない。現在は遡上が不可能な滝の上にも本種は分布している点を加味して類推すると、寒冷で、崖崩れなどによる河川環境の変動が激しい当地域の特色に適応できる生態および生活様式を本種が示している要因が知床を代表する淡水魚としての位置を本種に与えたと考えられた。

長期モニタリング項目の検討

財団法人 知床財団

● 知床世界自然遺産地域生態系モニタリング調査報告会において提案された調査項目

平成 18 年度に実施された調査および知床世界自然遺産地域生態系モニタリング調査報告会での討論において出された調査項目を整理すると以下のようになる（表 1）。なお、報告会において意見があった項目に関しては備考として示した。

表 1. 生態系モニタリング調査、および報告会において提案された調査項目（※¹：平成 18 年度生態系モニタリング調査事業として実施された調査、※²：生態系モニタリング調査業務以外の枠組みで実施され、調査報告会において報告された調査、※³：未実施調査）

| 調査項目 | 備考 |
|------------------------------|--|
| (陸域関連調査) | |
| キノコ相※ ² | 半島における全体像の把握は出来たが、高標帯は未調査である。 |
| 植物相※ ¹ | H18 年度に羅臼湖周辺は把握したので、同様の調査を海岸線、知床沼周辺および遠音別岳低標高帯の池沼群周辺などで実施することにより知床初記録種が確認される可能性がある。 |
| シレットコスミレの遺伝子分析※ ¹ | 遺伝子マーカーを変えた再分析が必要である。また、繁殖特性等について把握しておくことにより、危機的状況となった場合の対策への手がかりとなり得る。 |
| シレットコスミレの分布※ ¹ | 平成 18 年度に実施した遠音別岳モニタリングサイトは数年後に再調査する必要性が高い。また、硫黄山にモニタリングサイトを設置する必要がある。 |
| エゾシカの植物に対する影響※ ² | エゾシカの越冬地、移動経路やその周辺地を中心に植生のモニタリングしていく必要がある。平成 18 年度は遠音別岳周辺で実施したが、今後サイクルを組んで知床連山地区、知床岳周辺など順次進める必要がある。また、ミヤマハンノキをはじめとする特定種を対象としたエゾシカの採食圧も検討していくことも視野に入れる。 |

| | |
|-------------------------------------|---|
| エゾシカによる樹皮剥ぎ履歴年輪分析※ ¹ | |
| エゾシカ季節移動調査※ ² | シカ道を航空写真等で判別することは出来ないか検討する。 |
| 海ワシ類調査※ ² | |
| ケイマフリ分布調査※ ² | |
| 衛星画像による知床半島の積雪の季節・年変化※ ³ | 陸上動植物の生息状況との関連を長期的に把握していくことも視野に入れたほうがよい。 |
| 昆虫相※ ³ | 昆虫類のみならず、陸域の生物相で十分に把握されていない分類群を整理しておくことも検討したほうがよい。 |
| 地域別陸域総合調査※ ³ | ルシャ地区、幌別・岩尾別地区および羅臼川周辺地区などにおいて、ヒグマを中心とした陸上動植物や河川を対象とした総合調査を実施することを検討していくことも必要である。 |
| (海域関連調査) | |
| 衛星画像による海洋環境※ ¹ | まず知床周辺海域の海洋環境の特徴を把握する必要がある、海洋環境の変動に対する海洋生物の応答を検討するためにも継続することが重要である。 |
| 水中ロボットカメラによる生物相調査※ ¹ | 映像としての資料が、視覚的に水中観察を行える唯一の方法であり貴重である。知床半島両側の水域で調査することを検討していく。 |
| 浅海域生物相※ ¹ | 集中的に実施する調査であり、生物多様性の面から把握しておくことが重要である。調査域を潮下帯へと移行していくことを検討し、無脊椎動物に関しては、協力研究機関を検討。 |
| サケ科魚類による栄養塩輸送※ ¹ | モニタリングというよりは、集中調査として現状を把握することが重要である。 |
| 河川内におけるサケ科魚類の生態について※ ² | 多大な労力を要するがモニタリングとして重要であるとともに、河川工作物の改修前後のモニターの手法としても有効である。 |
| バイオリギングによる生物の移動生態※ ² | 平成18年度はサケ科魚類で実施したが、将来的には海棲哺乳類を対象とすることも検討する必要がある。 |
| 海生哺乳類の生態※ ² | マンパワー、コストともに必要であるため、じっくりと検討していく。 |

| | |
|----------------------------|--|
| 海藻・海草類の分布※3 | 知床海域の基礎生産の担い手であり、油汚染時など直接的な影響を受けるため、モニタリングは重要である。音響技術による調査が可能である。 |
| 深層水汲み上げにより採集される生物のモニタリング※3 | 魚類やプランクトンが常時、低コストで収集可能であり、貴重な生物情報を収集できる可能性が高い。 |
| (調査報告会およびネットワーク) | 知床で実施されている調査結果を多分野の研究者で共有することは極めて重要である。知床をフィールドとして活動する研究者のみならず地元住民を広く参集し、今後は生態学会や水産海洋学会などの支部会を使ったシンポジウムなどを斜里・羅臼で開催することを検討してはどうか。 |

● 長期モニタリング体制への移行に向けてのスキーム

長期モニタリング体制へ移行する前に、海域管理計画策定のために必要とされる調査を実施することが急務であるとともに、平成 19 年度に稼動開始するエゾシカ保護管理計画の実行のために必要とされる調査項目を完了し実施体制を構築する必要がある。今後、2～3 年以内に表 2 に示した調査を実施することにより、準備を整えた上で長期的に継続されるべき調査体制へ入っていくものとする。

表 2. 長期モニタリングへ移行する前に実施しておくべきであると判断される調査項目

| | 調査対象 | 調査内容 |
|----|-------------------|--|
| 海域 | 水中ロボットカメラによる生物相調査 | 可視化困難である水深 350m 以浅の生物群集・海底の状況を水中ロボットにより映像として記録する。 |
| | 浅海域生物相調査 | 魚類・無脊椎動物・海藻類の採集調査を実施し、生物多様性を確実に把握する。 |
| | サケ科魚類による栄養塩輸送 | サケ科魚類による陸域への栄養塩輸送を安定同位体分析によって定量化する。 |
| | サケ科魚類回遊生態 | 沿岸に音響受信機を設置し、ピンガーを装着した遡上前のカラフトマスおよびシロザケの行動の特徴を調べる。 |
| エ | シカ採食圧広域調査 (長期) | まず、半島全域のシカ採食圧を把握するための調査 |

| | | |
|-----|------------------|--|
| | | プロットを設置し、長期モニタリングへと移行する。 |
| | 在来・希少植物の分布調査（長期） | まず、海岸等における在来・希少植物へのシカの影響を把握するためのプロットを設置し、長期モニタリングへと移行する。 |
| | 密度操作手法検討調査 | シカ捕獲実施の具体的手法について、技術面、安全面、コスト面等の詳細な検討を行う。 |
| その他 | 植物相 | 知床半島の重要地域における植物相を実施し、移入種・希少種を含む植生の現状を把握する。 |
| | 中小哺乳類の生息状況調査（定期） | 定期的モニタリングに移る前に、調査手法を確立し、生息種の概要を把握しておく必要がある。 |
| | 昆虫相 | 生物多様性の現状把握のため、過去に未調査の分類群について採集調査実施を検討する。 |

なお、モニタリング調査を確実かつ、スムーズに実行するために必要とされる施設および体制の投資的整備には以下の2点が挙げられる。

- 1) 幌別地区への研究拠点の設置
- 2) 知床世界自然遺産センター、遺産センターフィールドハウス、羅臼ビジターセンターの整備に加え、旧羅臼ビジターセンターの改修による研究拠点の設置と調査の補助

● 長期モニタリングのあり方に関する提言

知床世界自然遺産地域における順応的管理を実現するために、長期的なモニタリングとして最低限かつ不可欠である項目を整理するために、平成19年度の早い段階に知床世界自然遺産地域科学委員が集った会議を開催するべきである。表3は、平成18年度に実施された各種調査結果、および調査報告会における討論、科学委員会と各WGでの議論を踏まえて提案するものである。

表 3. 知床の生態系を順応的に管理するために必要と考えられるモニタリング調査項目（長期：毎年実施、定期：3～5年に一度実施、集中：必要が出てくれば実施）

| | 長期 | 定期 | 集中 | 調査項目 | 調査内容 |
|---------------------------------|-----------|----|----------|--|---|
| 海 域 お よ び 河 川 | ○ | | | 衛星画像による海洋環境調査 | 知床を中心とした海域で、衛星画像解析により海表面水温、流氷及びクマシロクエの基礎生産の変動を把握。 |
| | ○ | | | ブイ設置定点海洋観測 | 海洋観測ブイ設置による水温・塩分・クロロフィル a 濃度の季節・年変動を把握。 |
| | | ○ | | 海藻・海草類分布状況調査 | 基礎生産を担うコンブ類、海草類の分布状況について音響機器を利用し、調査を実施。 |
| | ○ | | | 動物プランクトンの定点採集調査 | 深層水汲み上げ施設の濾過装置に入った動物プランクトンの季節・年変動を把握。 |
| | | ○ | | 岩礁域貝類分布調査 | 油汚染等発生時の事後評価を確実に実施するために、貝類の定量採集調査を実施。 |
| | ○ | | | スケトウダラ現存量調査 | スケトウダラの現存量、年齢組成、成熟状況などを調査。 |
| | | ○ | | 主要魚種食物関係調査 | 主要魚種の胃内容物分析を行い、食物関係を調べることにより、知床海域の生態系を把握。 |
| | ○ | | | スケトウダラ産卵量調査 | スケトウダラの卵をネットにより採集し、産卵量を把握。 |
| | (○) | | ○ | ダム改修に伴うサケ科魚類遡上効果検証 | 河川工作物の改修に伴う評価に資するための調査（河川環境、土砂動態、魚類遡上状況などを把握）。 |
| | ○ | | | サケ科魚類遡上・産卵状況調査 | シロザケ・カラフトマス・サクラマスを対象に遡上・産卵状況を把握。 |
| | ○ | | | スケトウダラ・サケ類の漁獲量調査 | 斜里および羅臼町にて水揚げされたスケトウダラおよびサケ類の漁獲量を把握。 |
| | ○ | | | 漁獲物の生物学的基礎調査 | 主要魚介類の体長組成、成熟度、年齢組成等を把握。 |
| | ○ | | | トドの来遊数および繁殖地・上陸地における生息数調査 | 知床半島沿岸域に来遊するトドの個体数を把握するとともに、繁殖地・上陸地における生息数を把握。 |
| | ○ | | | アザラシ類の来遊数調査 | 知床半島沿岸域に来遊するアザラシ類の個体数を把握。 |
| | ○ | | | トド・アザラシ類の生態調査 | 有害駆除による鰭脚類の生物測定、胃内容物分析等を実施。 |
| | ○ | | | 海生哺乳類による漁業被害状況調査 | トド、アザラシ類による漁業への被害の実態を把握。 |
| | | | ○ | 海洋生物の移動生態 | 沿岸に音響受信機を設置し、鰭脚類や鯨類に発信器を装着して行動生態を把握。 |
| ○ | | | 鯨類出現状況調査 | 洋上目視観察等により、鯨類の出現数を調査。 | |
| ○ | | | 海鳥類調査 | 知床半島の海鳥（ケイマフリ、オオセグロカモメ、ウミウ）の生息数、繁殖状況などを把握。 | |
| エ ゾ シ カ | ○ (当面) | | | 植生回復調査 | 主要越冬地等に設定した各種植生調査プロット及び防鹿柵内外の植生調査を実施し、植生の回復状況などを把握。 |
| | ○ | | | シカ採食圧広域調査 | 知床半島全体のシカ採食圧把握のため、地域別標高帯別・立地別のシカ採食圧を調査。 |
| | ○ | | | 在来・希少植物の分布調査 | 海岸における在来・希少植物の分布状況を調査し、エゾシカによる影響を把握。 |
| | ○ | | | シカ個体数動向調査 | 個体群動態把握のため、主要越冬地においてライトセンサスや航空機による調査を実施。 |
| | ○ | | | 自然死亡状況調査 | 個体群動向把握のため、主要越冬地における自然死亡個体の年齢・性別・死因などを調査。 |
| | | ○ | | 越冬群分布調査 | 植生保護柵の配置やモニタリング調査地の新設等の検討のため、ヘリコプターによる越冬群の生息数推定も合わせて実施。 |
| | | | ○ | シカ季節移動調査 | 個体群管理に向けた地区区分設定のため、電波発信器等を用いて各越冬地間の移動状況を把握。 |
| | | ○ | | 土壌浸食状況調査 | 土壌浸食の実態及び原因を把握。 |
| そ の 他 | | ○ | | シレットコスミレ分布状況調査 | H18には遠音別岳の調査プロットを再調査。硫黄山の生息地にプロットを設定し、分布状況を調査。 |
| | ○ | | | 外来種（哺乳類）生息状況調査 | アライグマの生息状況・侵入経路の調査及び捕獲調査等の実施。 |
| | | ○ | | 外来植物分布状況調査 | 外来植物の分布状況を定期的に把握し、必要に応じて除去を実施。 |
| | ○ | | | シマフクロウ繁殖個体数の確認、標識調査 | 生息状況調査、標識調査を実施。 |

表 3 続き. 知床の生態系を順応的に管理するために必要と考えられるモニタリング調査項目（長期：毎年実施、定期：3～5年に一度実施、集中：必要が出て

| | 長期 | 定期 | 集中 | 調査項目 | 調査内容 |
|-----|----|----|-----|----------------------------------|---|
| その他 | | | (○) | 海ワシ類自然採食環境餌資源利用調査 | 自然性越冬地である河川環境におけるオオワシ・オジロワシの越冬状況と適切な越冬環境を把握する調査を実施。 |
| | ○ | | | オオワシ、オジロワシ越冬状況調査 | 両種について越冬地域別の個体数を調査。 |
| | ○ | | | オジロワシ繁殖モニタリング調査 | オジロワシの営巣数および繁殖状況を把握。 |
| | | | (○) | 公園利用が海ワシ類に与える影響把握調査 | 観光船による海ワシ類に対する餌付けについて、実態を把握するとともに適切な餌付けのための調査を実施（現在調査中）。 |
| | ○ | | | 観光による遺産地域内の利用状況調査 | 利用者の動向や利用による自然環境への影響の把握（知床沼利用状況や観光客の動向など）。 |
| | ○ | | | 遺産地域内における官庁および民間による人為的・改変影響の年次報告 | 諸官庁および民間による遺産地域内における人為的改変（道路工事・新築など）の年次報告。 |
| | ○ | | | 調査報告会 | 年度末に知床をフィールドとして調査研究を実施している研究者間で分科会を開催し、調査結果を報告し、今後の調査計画を協議する。 |
| | ○ | | | 衛星画像による知床半島の積雪状況 | 積雪状況の経年変化と陸生哺乳類や鳥類、植生状況の対応関係解明に利用する。 |
| | ○ | | | ヒグマ生息状況等調査 | 生息状況や人間社会との軋轢に関する状況の把握。 |
| | | | ○ | 外来魚類分布状況調査 | ニジマスやブラウントラウト等の外来種の河川ごとの生息状況と除去状況を把握する。 |
| | | | ○ | 昆虫相 | 生物多様性の現状を把握するため、過去にあまり調査されていない分類群の調査を実施する。 |
| | | ○ | | 中小哺乳類生息状況調査 | 中小哺乳類の生息状況を自動撮影装置等を用いて記録。 |
| | | ○ | | 鳥類相（陸鳥） | 過去のモニタリングサイトで目視調査を実施。 |
| | | ○ | | 地域別陸域総合調査 | ルシヤ、幌別・岩尾別および羅臼川周辺等の知床半島におけるホットスポットの調査を実施。 |

知床エゾシカ保護管理計画では、5年を1期とし、第1期終了後（2012年3月）にはモニタリング結果と保護管理措置、管理目標の検証を行い、社会情勢の変化を踏まえつつ、計画の継続・変更について検討することとなっている。モニタリング項目が精査・整理され、実行に移された場合、知床エゾシカ保護管理計画同様に、収集資料をもとに5年に1回ほど科学委員会において評価検討会議を開催することが必要である。また、評価に応じて集中調査や地域を絞った総合調査の実施を検討するとともに、モニタリング項目の見直しを行うという仕組みが必要である（図1）。

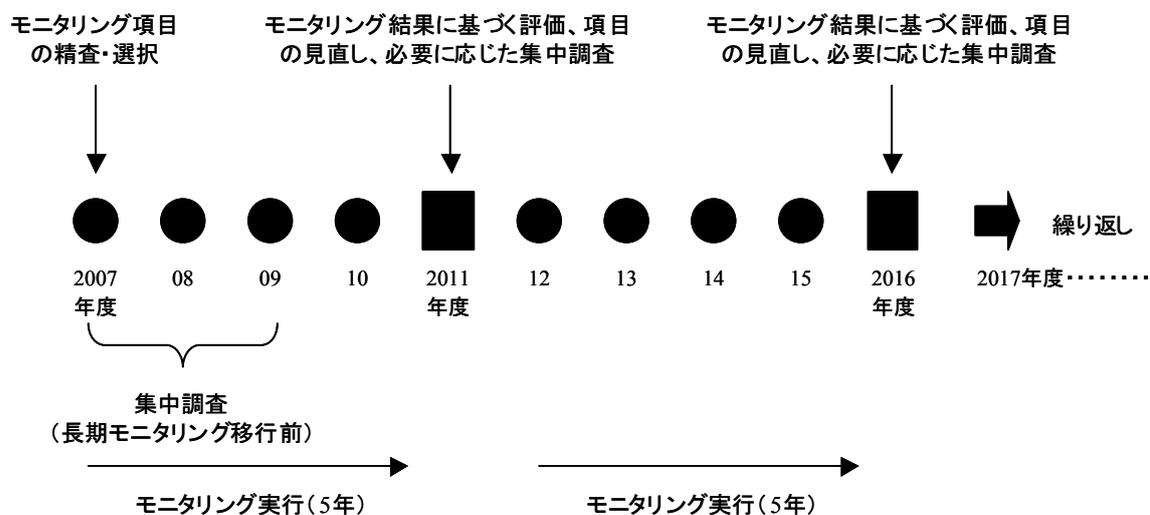


図1. 順応的管理のための長期的なモニタリング模式図

中性再生紙 古紙配合率：100%、白色度：70%