

# 沿岸海域における水質汚濁機構の解明 (I)

福山龍次 有末二郎 斉藤 修

## 要 約

ここ数年、CODが僅かながら増加傾向を示している小樽海域をモデルに沿岸海域の汚濁機構解明調査を行い、陸水から海域へ供給される有機物の挙動を潮汐や降雨強度別に解析し、複雑な汚濁機構の一部を解明した。

陸水の影響が明確に認められる海域の範囲やCOD寄与率及びその起源を推定するため、水質、底質調査を実施するとともに、既存データの見直し、海況や気象データの収集を行い、これらの解析結果から次の点が明らかになった。

- ① 過去10年間のCOD等濃度図から、海域表層における $2\text{mg/l}$ 以上の濃度分布が最も広範囲に及ぶのは夏期(7月)で、その分布域は、主に潮汐や降水によって変動し、変動幅は、潮位差及び降雨強度によって制御されている事が示唆された。
- ② 流入河川のCOD負荷量は、降雨時に増加し、晴天時に比較して時間当たり10数倍に上る河川もあった。また、各河川の土地利用状況と比流出負荷量には次に区分する関係がみられた。
 

主に水産加工排水等の混入する河川	晴天時	$130\sim 240\text{kg/km}^2$	降雨時	$420\sim 1,200\text{kg/km}^2$
主に生活排水等の混入する河川	晴天時	$14\sim 26\text{kg/km}^2$	降雨時	$81\sim 89\text{kg/km}^2$
主に自然地を流下する河川	晴天時	$16\text{kg/km}^2$	降雨時	$30\text{kg/km}^2$
- ③ 降雨時には多量の有機物が海域に供給されるにもかかわらず、海域のCODが高くないことが認められた。この理由としては、溶存態(孔径 $0.45\mu\text{m}$ >で溶存態、懸濁態を区分)のCODがどの地点でもほぼ同様の値であるのに対し、懸濁態のCODが河口部付近で高いことから、河川水中の懸濁態のCOD成分が河口付近で海水と接触して沈降し、表層を広がる河川水を浄化していると推測される。
- ④ 還元状態の汚泥の範囲は、表層水のCOD値 $2\text{mg/l}$ 以上の範囲よりさらに外部にまで及んでいることが示された。

以上の結果より、半閉鎖性の沿岸海域では流入する河川水の広がり、潮流や潮汐及び降雨によって変動し、その変動幅は潮位差及び降雨強度に支配されることが示された。また、降雨時に沖合いにまで拡散した河川水は懸濁態のCOD成分が沈降除去されることによって表層のCOD濃度を低下させ、沈降した懸濁物質は底質を形成し、攪拌、混合などによって港内水の汚濁源となっていると考えられる。また、底質の分布状況から水質汚濁海域の範囲を推定すると、水質から予測される汚濁範囲よりさらに広いことが示され、陸水による恒常的な沿岸海域の汚濁が示唆された。

## 1 はじめに

3次元的で系内外の物質交換が複雑な海域汚濁のメカニズムを解明するには、まず海水と陸水の相互作用によって起こる拡散、沈降等の物質の移動が海流、潮汐、吹送流及び地形などの物理的因子によってどの様に変動するのか仮説をたて、実際に流入する陸水からの汚濁負荷供給量の季節的、気象的な変動、年間流入負荷量の予測、供給された有機物のCOD寄与率、沈降物質の成分分析、底泥と水質の関係、さらに、一次生産と有機物の関係など項目間の関係を整理して解析し、複雑な水質の変動に関与するこれら

の因子の関連を論理的に組み立てる必要がある。海流によって供給される海水は暖流系、寒流系で水質も異なり、沿岸海域への到達も季節的に大きく変動する。陸水の供給は主に河川水に依存しており、流入する有機物負荷量も季節や降水等によって変動する。特に、北海道は、地理的に暖流と寒流が交錯する場所にあるため沿岸部の海流の流向・流速も季節で異なり、また、河川からの流入負荷量も融雪期、降雨時に増加が予測され、さらに、その流出強度によって沿岸海域への流出範囲も汚濁の程度も変動することが推察される。

今回の調査は、沿岸海域の水質変動を地形、海流、潮汐、

陸水を因子に、水平面、垂直面及び季節的にとらえ、半閉鎖性海域の有機物汚濁の広がりとそのメカニズムの解明を小樽港をモデルに実施した。

## 2 調査の方法

### 2.1 調査概要

#### (1) 海域調査

海域の水質変動要因としては、海流、潮汐及び流入河川水（融雪、降雨）等が挙げられる。

これらの要因が水域の水平面、垂直面及び季節毎に、どの様に水質に關与しているのかを調査し、汚濁の程度及び範囲を明らかにする。さらに、今回の主要項目であるCOD成分に河川及び底泥からの懸濁態（粒径 $0.45\mu\text{m}$ ）の物質が寄与していることが推察されるため、一般に環境基準で用いられるSS（粒径 $1\mu\text{m}$ ）と懸濁態とのCOD寄与率を比較し、懸濁物質の粒径区分別寄与率とその挙動について検討する。

#### (2) 河川調査

河川については、海域への流入負荷量、流域の土地利用状況別に水質の特徴を明らかにし、年間流入汚濁負荷量の予測を行う。特に、流入負荷量が多いと考えられる降雨時については、降雨強度別の流入負荷量を詳細に検討する。

#### (3) 底質調査

底質の有機物量、形状及び粒径分布から地点間の類似性を求め、河川、港湾内部及び外部の汚濁の程度とその影響の範囲を調べ、底質からの水質へのCOD物質の移動の程度を推察する。

#### (4) 調査地点

各調査地点は図1に示したとおり、海域調査12地点、河川調査7地点及び底質調査10地点とした。

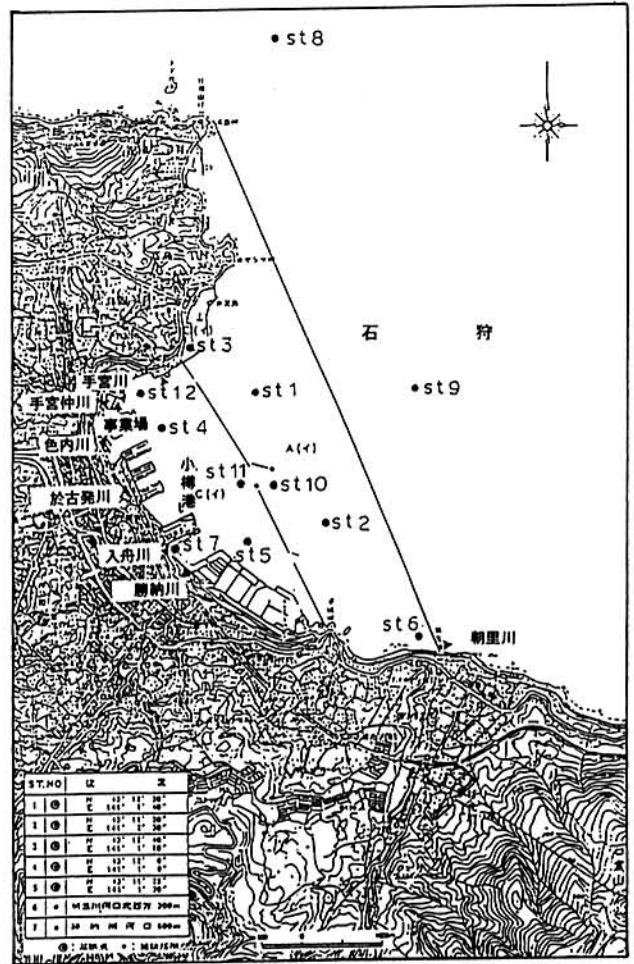


図1 調査地点図

7～9月に北寄りの海流が卓越している。

地 質：海底の地質は、大部分砂質で、一部に礫、南部の陸岸には凝灰岩も認められる。

降水量：年間の降水量は約1,000mm程度で、過去10ヶ年間の降水量は、図3に示したとおり、冬期に多く、夏期に少ない、典型的な裏日本型の降水パターンで非降雪期の9、10月に降水量が多い。

### 2.2 調査対象海域の概要

調査対象海域の主要部である小樽港の概要は次のとおり。

位 置：北緯23度12分、東経141度1分に位置し、三方を陸で囲まれ、東に向かって開港している。

面 積：港界（港域）線内水面積は、 $5.8\text{km}^2$ 、防波堤内面積は、 $3.4\text{km}^2$ である。

水 深：防波堤内3.6～17m、平均9.4mである。

風 向：南西の風が多い、冬は北よりの風が卓越する。

潮 位：平均0.134m程度である。

潮 流：小樽港の位置する石狩湾の海流について、四半期毎の海流ベクトルを図2に示した。

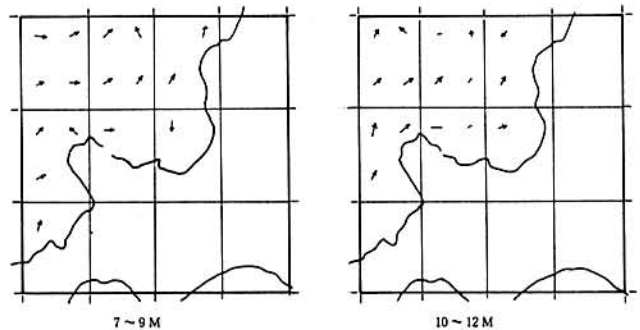


図2 海流のベクトル

出典：「日本近海海流統計図」海上保安水路部

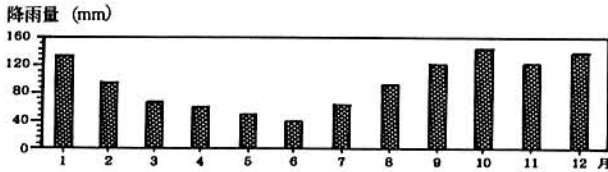


図3 月別降雨量(10年平均値)  
出典:「北海道の気象」日本気象協会北海道本部

### 3 結果及び考察

#### 3.1 水質

##### (1) 海域

過去10年間のデータを基に作成したCODの経年変化を図4でみると、ここ数年、増加傾向が認められる。さらに、月間平均値の等濃度図を図5でみると、2mg/l以上の水域は融雪期の5月と渇水期の7月に広範囲で、降雨量の比較的多い秋期の9、10月には狭くなっている。さらに、各地点の全平均値の等濃度図をみるとCOD 2mg/l以上の分布範囲が防波堤を越えて港湾外部にまで及んでることがわかる。陸水の渇水期である7月と増

水期である5月の融雪時の相反する時期に汚濁の範囲が広いことに関しては後述する。

SSや藻類(Chl-a)もCODとして評価されるため、これらとの関係を粒径別に調べた。

海域のCODの絶対値がやや小さく、各成分のCOD寄与率を正確に把握するには困難であるが、CODの供給源、水域毎の特徴をとらえるには有効な手段の一つである。SSのCOD寄与率は、濾紙の孔径1μmの濾液のCODと未濾過のCODから算出した。さらに、溶存態と懸濁態のCOD寄与率は孔径0.45μmの濾液と計算値から同様に求め、これらの結果を表1に示した。溶存態の値に地点間の差は認められないが、懸濁態の値は河口部港湾内部で高い値を示している。

藻類の現存量を測定する方法として Chl-a が用いられるが、藻類はCODや、SSとしても評価されている。透明度と Chl-a、栄養塩類及びCDOとの関係を図6に示した。両者の関係にはさらに水温、深度(光量)、SS中の無機物量(底泥)さらに植物プランクトンの季節的な減衰等の因子も考慮に入れる必要があり、今後の検討課題としたい。

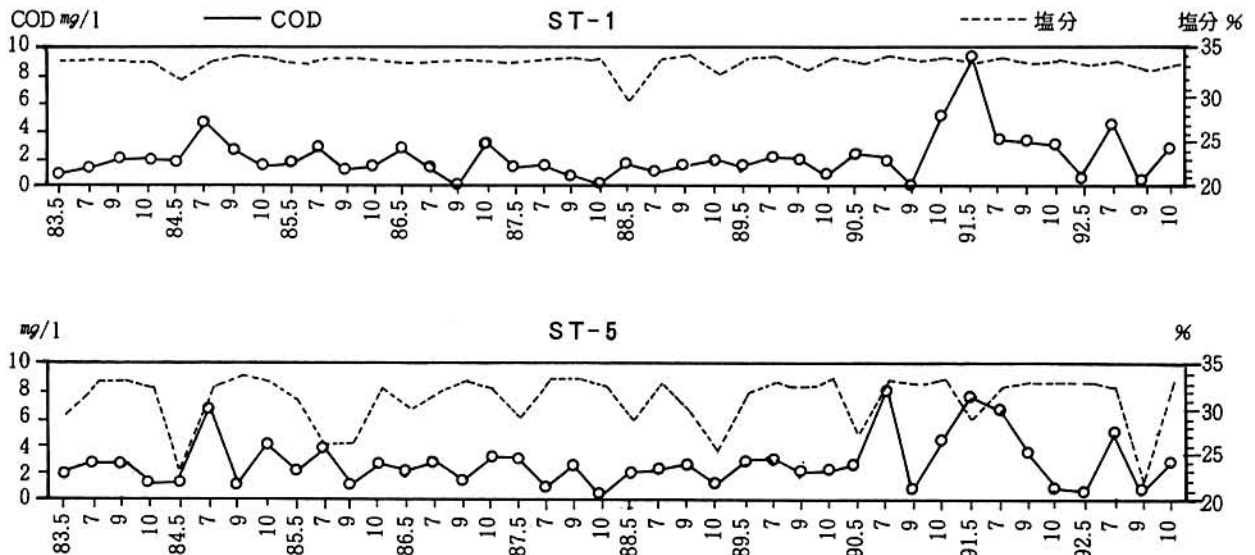


図4 CODと塩分の経年変化

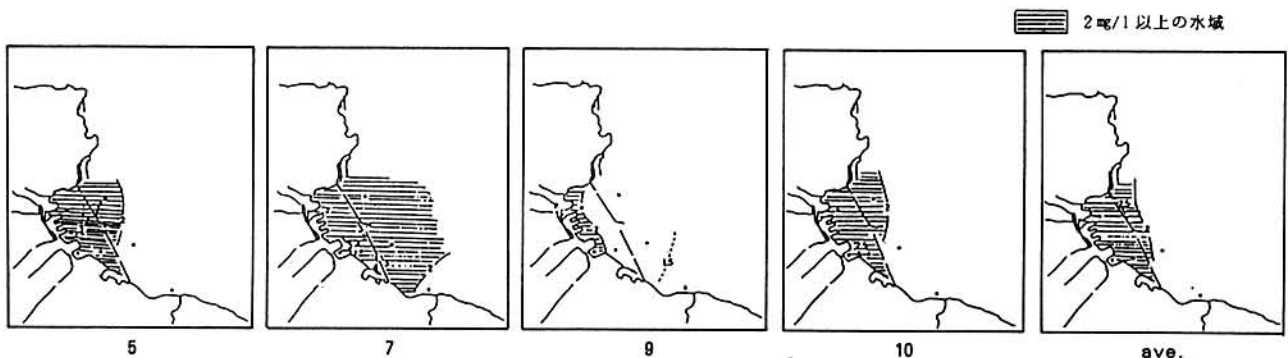


図5 CODの等濃度分布(過去10年間の表層の平均値)

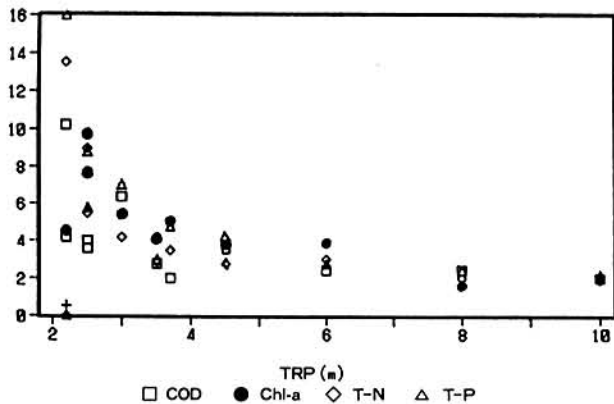


図6 透明度とCOD, chl-a, T-N及びT-P (スケールは透明度10mに合せた)

表1 SSのCODへの寄与率

区分 / ST-NO	4	5	7	11	12
1 $\mu m$ 減過残渣	41	40	29	20	13
1 ~ 0.45 $\mu m$ 減過残渣	24	27	0	0	7
0.45 $\mu m$ 減液	35	33	71	80	80

(%)

(2) 河川

各河川の晴天時及び降雨時のCOD負荷量を表2に示した。降雨時の負荷量は図7の斜線部で算出し、これらのデータや土地利用状況等から河川を次の3種類に区分する事ができる。

- ①水産加工排水等の混入する河川：手宮川、手宮仲川
- ②主に生活排水等の混入する河川：色内川、於古発川、入舟川、勝納川
- ③主に自然地を流下する河川：朝里川

また、降雨時の単位面積当りの比流出負荷量は、上述①、②、③の順に減少し、水産加工排水流入河川が際立って高いことがわかる。

次に比累加流量と比累加負荷量の関係を図8に示した。一般に、自然系の河川では濃度がほぼ一定のため負荷量は流量に左右され両者の関係は直線性を示し、人為汚濁の認められる河川は直線性を示さないとされている。手宮川及び手宮仲川は比流量、比負荷量ともに高く人為的影響の強い河川で、色内川、於古発川がついで高く、勝納川、朝里川はより自然系に近い河川と評価することが出来る。

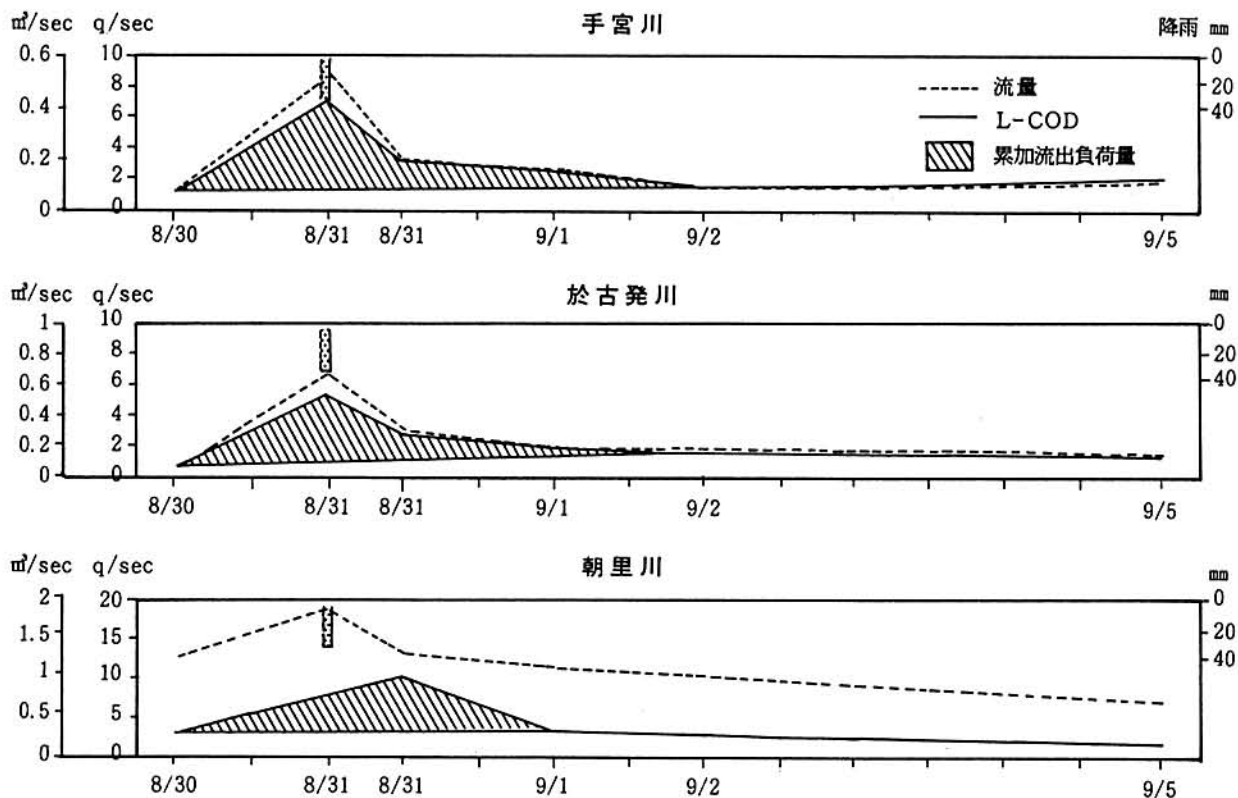


図7 降雨時のCOD負荷流出曲線 (35mm)

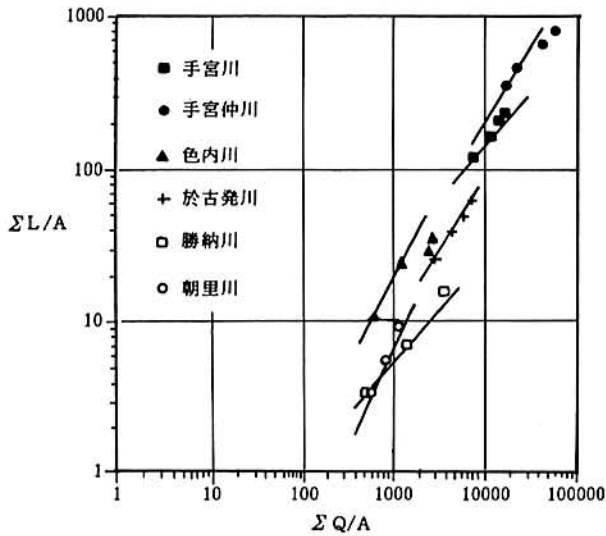


図8 COD累加流出負荷量と累加流量の関係

(3) 河川の海域への影響

海域の水質変動の最も大きな要因と考えられる河川水は、融雪や降水によって河川水の水質自体も大きく変動する。前述のとおり、表層の汚濁範囲が最も広いのは降雨量の少ない7月で、次いで融雪期の5月である。流入汚濁負荷量が増加する降雨時より、降雨量の少ない7月に最も広範囲な汚濁水域が出現するのは一見不可解である。そこで、まず流入負荷量の多い降雨時に、降雨量、塩分及びCODの各関係を、港湾内のST-5、港湾外部のST-1について検討し、それぞれの関係を図9、10に示した。さらに、CODと塩分の関係に潮汐の影響をみるため、各データを干満で区分し、図11に示した。図10に示した降雨量と塩分より、港湾内部(ST-5)は明らかに両者に負の相関が認められ、さらに外部(ST-1, 2)でもやや負の相関が認められ降雨の影響が外部にまで及んでおり、この傾向は降雨強度が強いほど顕著であった。次に、図9に示した降雨量とCODの関係を見ると負の関係つまり、COD値が高いときには降雨量が少ないことが示され、CODと塩分の関係からも塩分濃度が低いときに高濃度のCOD値はみられず淡水が海域の表層水のCOD

表2 各河川の晴天時、降雨時のCOD負荷量

河川名	流域面積 (km <sup>2</sup> )	晴天時 (g/sec)		降雨時 (kg·kg/km <sup>2</sup> )	
		範囲	x	ΣL	ΣL/A
手宮川	2.2	0.4~3.6	2.06	940	420
手宮仲川	1.1	0.2~1.4	0.76	1360	1200
色内川	9.3	0.4~5.9	1.84	750	81
於古発川	8.3	0.6~1.9	1.37	740	89
入舟川	2.7	0.0~1.1	0.84	350	94
勝納川	32.1	4.3~22	9.77	1140	15
朝里川	56.8	1.2~6.8	3.59	1720	30

A: 流域面積 ΣL: 累加負荷量 ΣL/A: 比累加負荷量

を低下させているように働いていた。さらに、調査前1週間の積算降雨量20mm以上の降雨強度についてCODと塩分の関係をみると明らかに干潮時に塩分濃度が低下し、COD値も低下する傾向にある。

以上のことから、降雨強度20mm以上の降雨時には、港湾外部まで降雨の影響が認められ、さらに、海域表層のCOD値を低下させる結果となった。特に、図11のST-5では干潮時にその傾向が強いことも示された。

3.2 底質

港湾内部、港湾外部及び対象地点の粒径分布を図12でみると、対象地点と朝里川河口を除いては0.105mm以下のシルト質の占める比率が非常に高く、色、臭気とも類似した汚泥であった。また、これらは外見上、いわゆるヘドロ状でCODやILも高く有機物に富んでいることが示された。

河川の底質は、朝里川、勝納川のいわゆる自然系の河川と水産加工排水、生活排水の流入の多い河川では色、臭気、有機物量ともに明確な差が認められた。

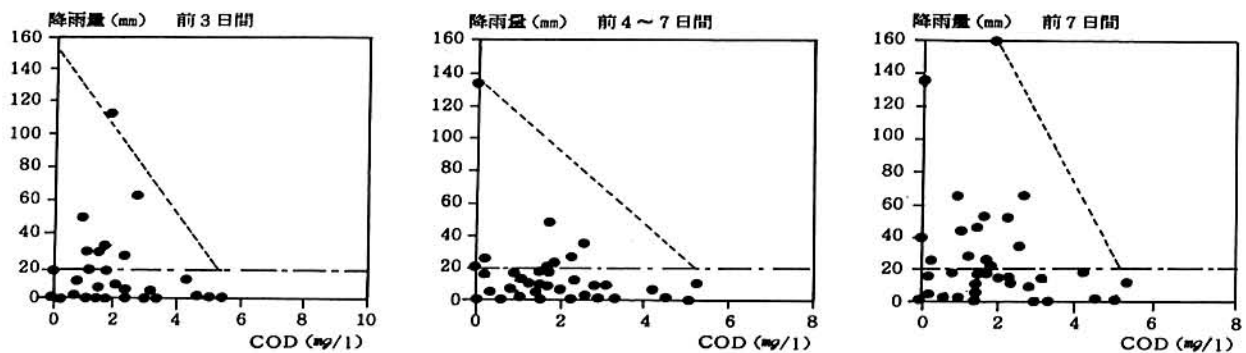


図9 降雨量とCOD (ST-1)

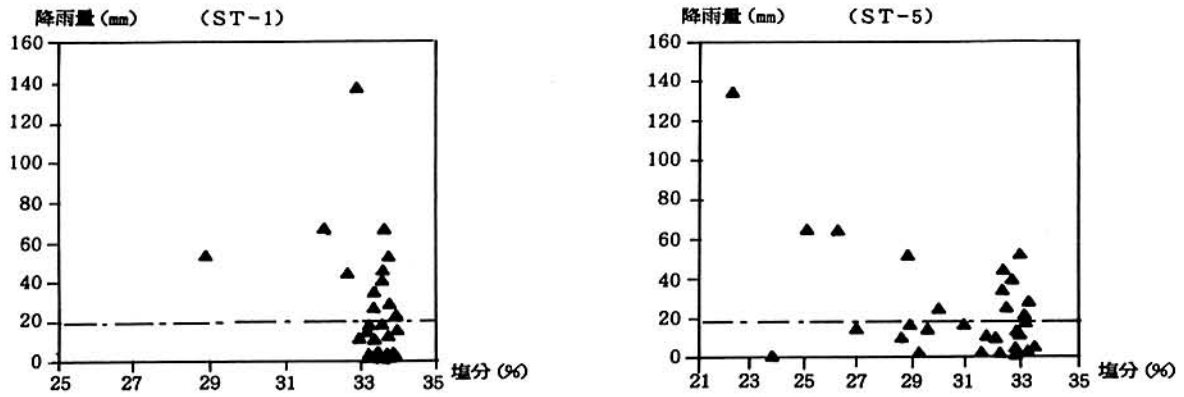


図10 降雨量と塩分 (前7日間)

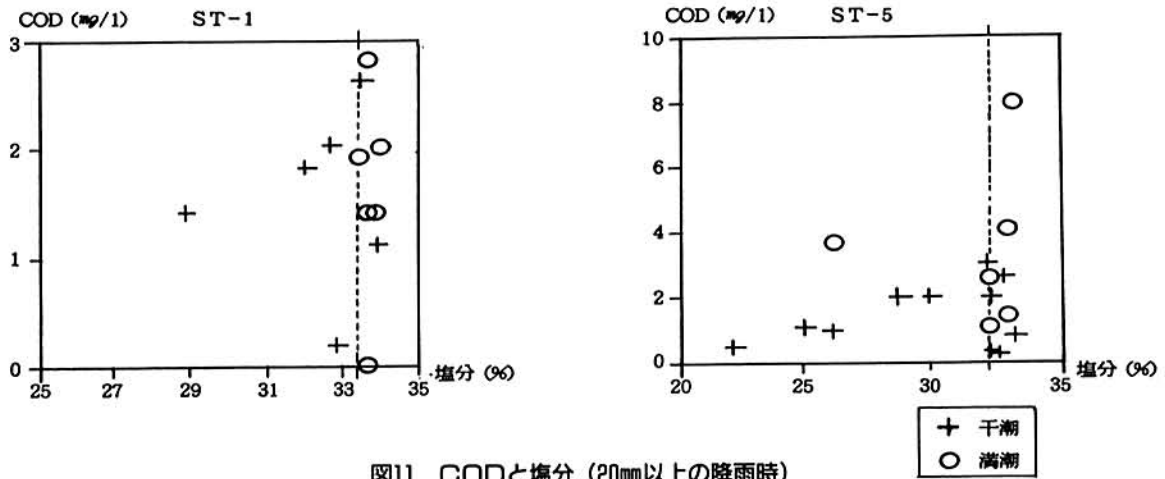


図11 CODと塩分 (20mm以上の降雨時)

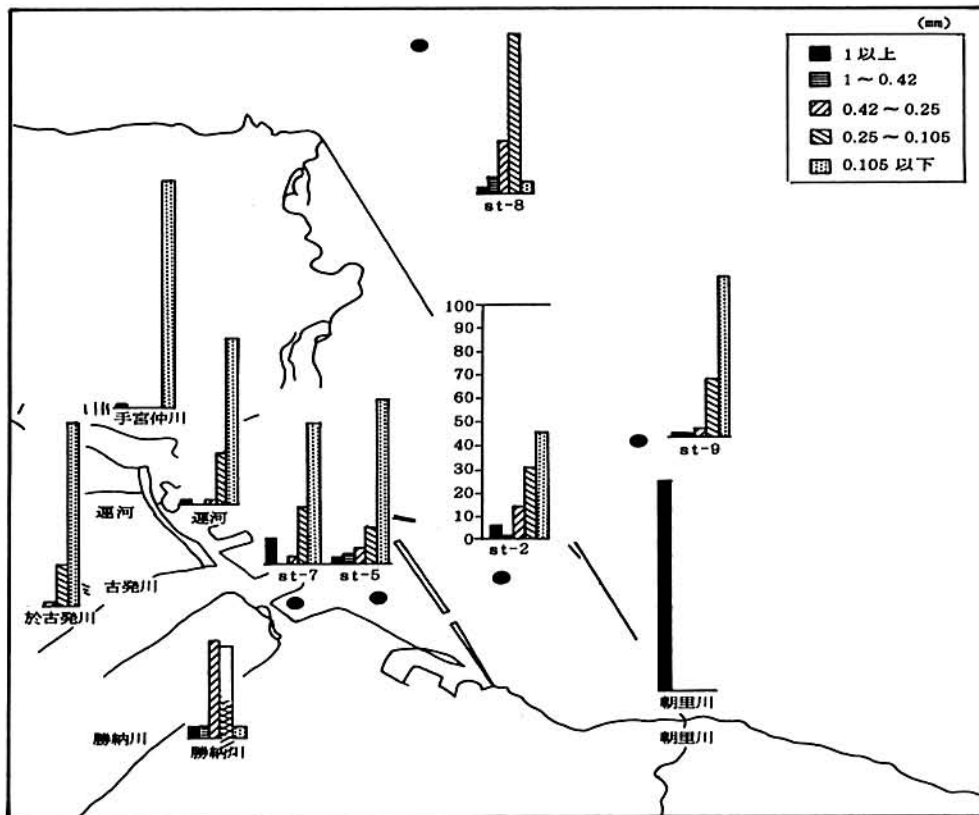


図12 粒径分布

## 4 結 語

沿岸海域、特に、半閉鎖性水域の港湾においては、防波堤等により海水の交換が不十分で、港湾内部の水質は潮流より河川水に大きく影響を受けることになる。

今回の調査の結果、海域に流入する河川水の流量やCOD負荷量は、融雪期や降雨時に増加し、港湾内部へ供給されたCOD成分は、混合、溶出、沈澱等により海域の水質を悪化させ、さらにこれらの汚濁の変動は主に降雨、干満潮、潮流に支配され、その変動幅は降雨強度、潮位差及び流速に影響されていることが示唆された。特に、夏期に、表層に於いてCODの2mg/l以上の濃度分布の範囲が広く、9、10月の秋期にはこの傾向は終息し、季節変動の大きいことが示された。

さらに、底質の結果から、水質より推測される汚濁範囲よりもさらに広範囲な汚泥の分布が示され、海域汚濁が恒常的に進行していることが推察された。

さらに、各河川の寄与率も晴天時、降雨時毎に示され、汚濁改善対策の糸口も示唆された。

今後、栄養塩類及びクロロフィル等を加えたより詳細な検討を行うと共に沿岸海域での陸水の挙動をより広域的に把握する手法(リモセン等)を確立することが必要と考えられる。

なお、本調査を実施するに当たり、御尽力頂いた小樽市の担当者並びに北海道立中央水産試験場の小島氏に深謝致します。

## 参 考 文 献

- 1) 和田安彦：ノンポイント汚濁源のモデル解析について (1992)
- 2) 合田 健：水環境指標 (1979)

**Research for mechanism of  
coastal sea pollution**

**Ryuji Fukuyama  
Jiro Arisue  
and Osamu Saitoh**

In recent several years, COD values has increased slightly at Otaru coastal sea, and its values are in a little over 2mg/l.

Coastal sea pollution is caused mainly by discharged polluted river, river waters pollutants come from many origin such as non-point-source or wastewater. Household sewage was the major source polluting the city's rivers until the beginning of the 1970's.

From 1994 to 1995, we researched on coastal sea pollution mechanism at Otaru bay. It suggested that industrial and domestic wastes are rich in COD, especially elevated COD levels in some Otaru rivers may be due to extensive fishery activities over the drainage areas. And then, the polluted coastal sea area was controlled by mainly tide, wind and currents. COD load of all rivers were remarkably increased in rainy day, and its spread at sea was limited by rain magnitude.

# 富栄養化湖沼に流入する河川環境特性

石川 靖 日野修次\*<sup>1</sup> 斉藤 修 湯谷仁康\*<sup>2</sup>

\* 1 山形大学理学部、 \* 2 原子力環境センター

## 要 約

北海道の南端の渡島半島に位置する渡島大沼は、近年、アオコの発生がしばしば見られ、富栄養化の進行が指摘されている。この原因を調査するため、1993～94年の2年間をかけて原因解明調査が行われた。湖への流入負荷の影響を検討するため、主な3つの流入河川のうち人為汚染が考えられる軍川で上流から下流まで詳細調査を行った。その結果、農業、牧畜の影響でふん便性大腸菌群やCOD、T-N、T-Pが上流から下流にかけて増加する傾向が見られた。しかし、3河川総流量中で軍川の占める比率が1～2割程度であることから、大沼の水質に対する影響は、大きくないと考えられた。

## 1 はじめに

北海道の南端の渡島半島に位置する大沼国定公園の湖沼群は、通称狭戸（セバット）でつながる大沼、小沼の2つの沼（以下「渡島大沼」という）と葦菜沼から成り立っており、有数の景勝、観光地として知られている。渡島大沼は、近年、アオコの発生など植物プランクトンの増大等の影響により、CODを指標とした富栄養化の進行が指摘されている<sup>1)</sup>。湖沼の富栄養化現象の原因としては、流入河川等からの負荷量の増加と湖内環境の変化の2つの理由に大別される。ここ渡島大沼では、漁業の他に観光、農業が盛んであり、これらが産み出す負荷の影響が前者、一方1980年代後半に行われた水生植物の刈り取りによる影響が後者の理由にあたると思われる。

流域を渡島大沼を中心に南北に分けた場合、北側は、駒ヶ岳とその麓のゴルフ場や別荘・保養所等に代表される山岳リゾート地区であり、南側は住居、観光産業、農業といった土地利用がなされている。大沼に流入する河川は大小、多数あるが、主な河川としては、宿野辺川、荻間川、軍川であり、前者は北側に、後二者は南側にあり、それぞれ流域からの影響を受けている。流入河川から影響される負荷量を見積もることは、渡島大沼の富栄養化現象を考える上での基礎資料として不可欠である。

これを検討するため、過去幾度か<sup>2) 3)</sup> 調査が行われている。その内容としては、3河川の上流から下流までに流入する支流からの流入影響や、観光産業からの流入量について検討されたことがあるが、畜産や農業からの負荷量を検討された事はなく、1河川に対して全体的に詳細な調査がなされたこともほとんどない。また、1989年（平成元年）から下水処理施設が稼働を始めたので、流入負荷について

再検討をする必要がある。

本報告では、流域に農耕地が広がり、かつ牧草地の拡大傾向がある軍川における河川環境について検討した。調査点は、公共用水域の常時監視の調査を行っている点（大沼橋、以下軍川①）に加え、上流へ4点（上流に向かって軍川②、軍川③、軍川④、軍川⑤とする）の合計5点で生活関連項目、栄養塩等や流量の調査を行った。降雨時には糞便性大腸菌群についても調査を行った。なお、この調査は1993年から1994年にかけて渡島大沼で実施された「水質環境基準未達成原因解明調査」の一部として行われたものである。

## 2 調査地域の概要

渡島大沼に流入する河川のうち流量のほとんどは宿野辺川、荻間川、軍川の3河川で占められる。その位置関係を図1に示した。これら各河川の流量寄与を坂田ら<sup>4)</sup>は、宿野辺川が70%、軍川20%、荻間川10%であると算出している。3河川の諸元を表1に示した<sup>5)</sup>。軍川、荻間川流域は牛、宿野辺川流域は豚が多く飼育されていて、流域全体を1981年と比較すると牛3.1倍、豚6.6倍と両方とも増加しているが、軍川流域は比較の変動が小さい。



表1 渡島大沼流域の河川特性 (94. 3. 31現在)

河川の名称	流域面積 km <sup>2</sup>			流路延長 km	家 畜 (頭)	
	山 地	平 地	合 計		牛 (81.3時)	豚 (81.3時)
軍 川	22.4	3.2	25.6	12.2	1,302 (938)	25 ( 52)
荊 間 川	11.6	2.5	14.1	9.0	3,969 (361)	208 (122)
宿野辺川	28.6	15.9	44.5	11.2	618 (601)	24,509 (3,509)
計					5,889 (1,900)	24,832 (3,764)

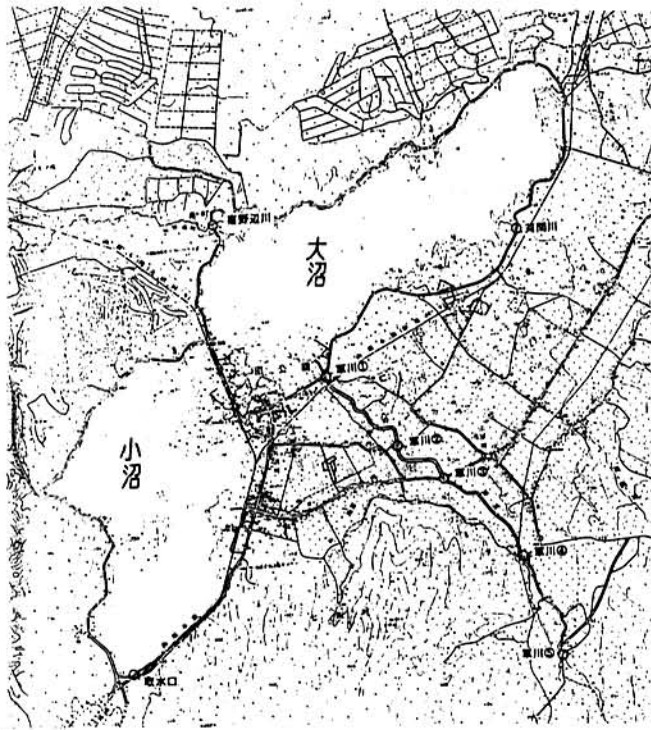


図1 流域河川測定地点図

### 3 調査及び分析の方法

調査は1993年7月から1995年2月まで湖が結氷する期間を除いて、ほぼ1カ月毎に合計17回実施した。採水は、130mm×150mm×250mmのステンレス製の採水缶による表層採水を行った。河川流量は、広井式流速計、または電磁流速計（アレック社 モデルACM-3D）により測定した。調査項目はDO、pH、COD、SS、NO<sub>3</sub>-N、NO<sub>2</sub>-N、NH<sub>4</sub>-N、PO<sub>4</sub>-P、T-P及びT-Nの10項目である。ふん便性大腸菌群数試験は、1993年の7月調査時に5回、8月調査時に3回行った。総大腸菌群数の試験法は、デソオキシコレート培地・37℃培地法（以下DESO法）、ふん便性大腸菌群数の検出は、メンブレンフィルター（MFC）寒天培地44.5℃培地法（以下MFC）により行った。なお、1993年7月の観測は、26日夕方から27日の夕方まで、ほぼ6時間おきに合計5回行い、同年8月は、9～11日まで24時間おきに3回行った。7月25日は2mm<sup>6)</sup>、及び26日は1mmの降雨があり8月は降雨0mmであった。

## 4 結 果

### 4.1 流量変動

1993年の軍川の上流から下流への流量の増減傾向を図2に示す。軍川は農業用水の取水がある場合は流下につれ流量が減少することがある。軍川④～③の採水点の近くでは、稲作を数件の農家が行っており、必要に応じてポンプにより5月1日～6月30日まで約0.38m<sup>3</sup>/sec、7月1日～8月31日まで約0.32m<sup>3</sup>/secを用水路に導入し、12haの農用地の農業用水として利用している。6月及び7月は、軍川④以後に約0.3m<sup>3</sup>/sec減少しているのは、その影響を受けたためと見られる。8月は上流部の水量が少ないため、取水が行われなかったと考えられる。9月及び10月は、調査日前日にそれぞれ5mm、3mmの降雨があり（9月は調査日も4mmの降雨）、この降雨により田畑から農業用水が溢れだし、流量が増加したと推測される。しかし、11月の調査では④から①まではほぼ一定の流量が得られていることから、湧水や伏流水は微量であると考えられる。9月及び10月の④から①まで、約0.2m<sup>3</sup>/sec～0.25m<sup>3</sup>/secの増加があるが、これはほとんど農業用と考えて、流出負荷検討時の基礎資料とした。

1994年度もほぼ同様の傾向で、6月～8月の期間に農業用水によると思われる流量変化が見られた。しかし、全国的な猛暑、渇水により、山地からの流量が十分でないため、その取水量は少なかったようである。農閑期に入ったと見られる11月の期間の上流部（⑤）から下流部（①）の流量の差はいずれも0.2m<sup>3</sup>/sec前後となっており、この量は周辺の湧水の流入と見られる。冬期（2月）にはこの量は10分の1に減少していた（1993年時）。

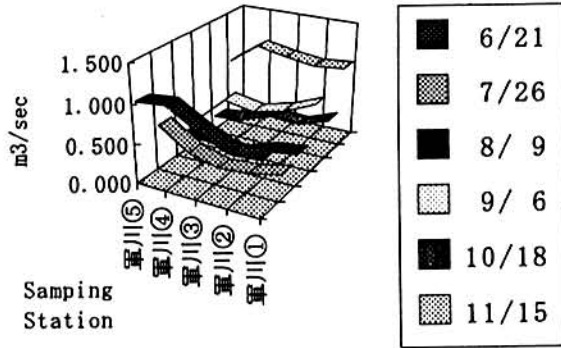


図2 軍川①～⑤間の流量変動 (93年 軍川流下変動)

4-2 ふん便性大腸菌群数試験結果

測定結果を表2に示す。7、8月の軍川のMFCとDESOの相関係数は0.994、幾何平均値はMFC/DESO=0.015であり、この相関係数の高さから見て、総大腸菌群数の約1.5%程度が、ふん便性大腸菌群数である可能性を示唆している。また、この結果は総大腸菌群数の10～20%がふん便性で、その由来が屠畜系とみなされる石狩川における報告0.171(MFC/DESO)<sup>7)</sup>と比較した場合、10分の1以下となっている。また、赤石らは<sup>8)</sup>札幌市内の河川を対象に、再確数法による大腸菌群数中のふん便性大腸菌群の割合を検討し、平均で7.6%、清澄な河川では0.3%以下であると報告を行っており、今回の結果はこの濃度ほぼ同様であった。

図3に、1993年7月の時間採水時における軍川の上流から下流へのMFC/DESO比の変動を示す。ほぼ全体的傾

向としては、各地点内で変動が激しいものの、ほぼ上流(軍川④)から下流(軍川①)に向かってふん便性大腸菌群数の比率が上昇する傾向があった。1、2回目の調査で軍川③が0.018、0.025と増えているのは、発生源調査の結果より軍川②～③における畜産系の影響によるものと考えられる。また、軍川①が、3、4回目の調査で0.043、0.069と増えていることについては、河岸に畜産の糞が野積みしたあとがあり、それが原因と思われる。⑤の大きな比も、確認できてないが同様の理由と考えられる。軍川⑤の3回目の著しく大きな値が他の地点や以後の調査に影響を与えた形跡がないのは、調査間隔の6時間以内に湖内に流入したためと考えられる(①～⑤の距離が約6km、⑤～③までの地点の河川上の中心流速が約2km/hの流速)。

8月には、荊間川及び宿野辺川の末流点についても同様の分析を行ったが、その結果、表2に示すとおり、その割合が1%以下と低いことが分かった。7月と8月のふん便性大腸菌群数を比較すると、下流側は特に7月の方が高かった。7月と8月の家畜のふん便の処理が同様であるとするならば、降雨の有無による違いであると考えられ、台風等により多量に降雨があった場合には、さらにこの比率が上昇することも示唆された。流下距離からみて糞便が湖内域に到達する割合は高いと予想される。河川堤防沿いに詳細に観察を行った軍川近辺では、河川の極近傍に家畜のふん便が野積みされていた。このように、糞便の管理が適切になされていない可能性があり、降雨時における流入が懸念される。今後、飼育数が増加する場合は、適正な処理が行われるよう指導、監視をする必要がある。

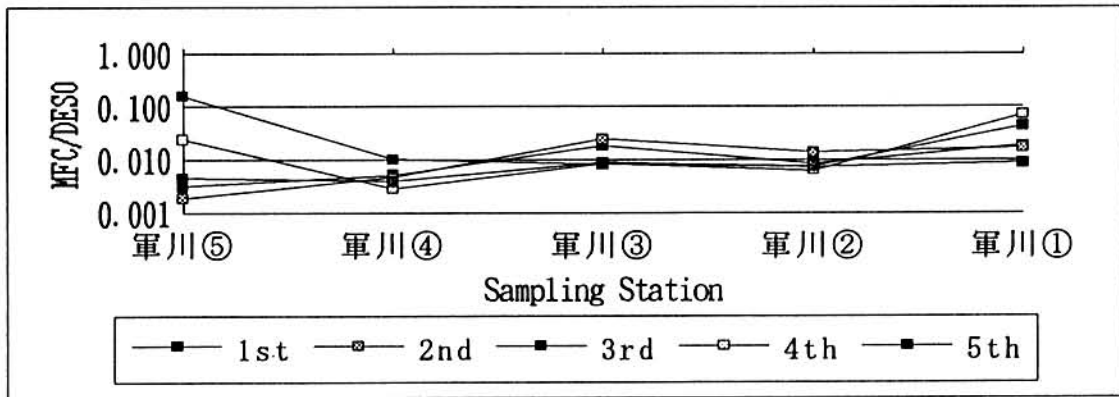


図3 軍川 MFC/DESO流下変動

表2 ふん便性大腸菌群数試験結果

		7月26～27日			8月9～11日			2月間平均
		DESO	MFC	MFC/DESO	DESO	MFC	MFC/DESO	MFC/DESO
		個/ml	個/ml		個/ml	個/ml		
軍川①	1回目	173	3.2	0.018	112	0.20	0.002	0.010
	2回目	302	5.0	0.017	180	0.20	0.001	0.009
	3回目	277	12.0	0.043	147	0.50	0.003	0.023
	4回目	121	8.4	0.069				0.069
	5回目	146	1.3	0.009				0.009
軍川②	1回目	166	1.4	0.008	59	0.25	0.004	0.006
	2回目	174	2.4	0.014	73	0.50	0.007	0.010
	3回目	135	1.0	0.007	75	0.20	0.003	0.005
	4回目	115	0.72	0.006				0.006
	5回目	103	0.76	0.007				0.007
軍川③	1回目	143	2.6	0.018	52	0.40	0.008	0.013
	2回目	170	4.2	0.025	75	0.30	0.004	0.015
	3回目	100	0.82	0.008	43	0.50	0.012	0.010
	4回目	130	1.1	0.008				0.008
	5回目	80	0.70	0.009				0.009
軍川④	1回目	142	0.72	0.005	30	0.05	0.002	0.003
	2回目	137	0.64	0.005	67	0.25	0.004	0.005
	3回目	68	0.70	0.010	30	0.90	0.030	0.020
	4回目	247	0.70	0.003				0.003
	5回目	66	0.26	0.004				0.004
軍川⑤	1回目	93	0.30	0.003	5	0.00	0.000	0.001
	2回目	430	0.80	0.002	19	0.30	0.016	0.009
	3回目	23	3.6	0.156	13	0.10	0.008	0.084
	4回目	16	0.38	0.024				0.024
	5回目	22	0.10	0.005				0.005
宿野辺川					34	0.20	0.006	
荻間川					251	0.80	0.004	
幾何平均								0.015

#### 4.3 軍川における上流から下流への物質変動

1993年調査時の9月、10月の軍川各地点の流量と、COD、T-N、T-Pの月当たりの負荷量を表3に示した。この時期は上流で取水が行われず、上流から下流までの農業影響が最も考察しやすい期間と考えられた。

下流の流量は9月、10月とも上流の約2.5倍であるのに対しCOD、T-N、T-Pとも6～10倍と流量以上に過大である。1994年度も同様の傾向があり、特に7、8月では下流で上流部より流量が減じているのにも拘わらず、負荷量が増加していた。図5に、1994年7月に軍川②から①まで調査した軍川への流入の概略図を示した。ほとんどの流入口から水の流入が見られた。②～①間で図中のA、Bで採水したT-N、T-Pの分析を行ったところ、A地点で各々0.08mg/l、0.024mg/l、B地点で各々0.75mg/l、0.008

mg/lと違いがあるが、T-Nまたは、T-Pが高濃度で流入していた。これらは河川水又は地下水等を稲作に導水して、それらが溢れてきたか、下水道に接続されていない生活系排水等が流入しているのではないかと推測される。また、2ヶ所（図中丸印）で軍川から取水を行っており、この水の一部が稲作地等を巡って再び流入してくると考えられる。数量は把握していないが、④～③、③～②までの地域でも水の流入、取水が行われている地点が見られた。軍川④から①までは、周辺に田畑があり、軍川地区では田が82ha、畑が223haである。これから考えて、流下水中の水質は、田畑へ取水、流出により、変動しており、その成分の起源を特定する事は難しい。

表3 軍川の流量と負荷量変動

	軍川⑤	軍川④	軍川③	軍川②	軍川①	④/⑤	③/④	②/③	①/②	①/⑤
9 月 FLOW	0.303	0.654	0.583	0.675	0.843	216	89	116	125	278
COD	1.31	3.34	5.08	4.25	9.20	255	152	84	216	702
T-N	0.13	0.42	0.41	0.61	0.90	323	98	145	145	690
T-P	0.013	0.012	0.015	0.033	0.083	92	125	220	251	634
10 月 FLOW	0.182	0.219	0.354	0.331	0.331	120	162	94	142	258
COD	0.51	0.97	1.7	2.21	2.21	190	175	130	134	580
T-N	0.04	0.06	0.26	0.26	0.26	150	433	100	173	1125
T-P	0.003	0.005	0.012	0.012	0.012	167	240	100	250	1000

FLOW : m<sup>3</sup>/sec COD、T-N、T-P : t/month 比率は%

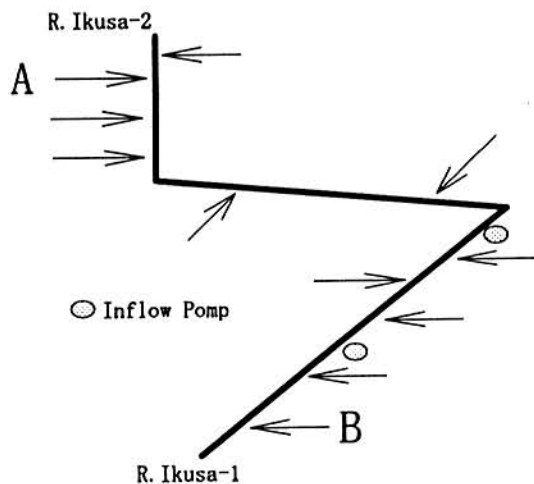


図5 軍川①～⑤間の主な流入地点

栄養塩の濃度は、結氷下の期間を除くと下流部の軍川①でNO<sub>3</sub>-N:濃度範囲(以下同様)0.120-0.379(mg/l)、平均値0.246(mg/l:2年間以下同様)、NO<sub>2</sub>-N:0.000-0.032(mg/l)、0.004(mg/l)、NH<sub>4</sub>-N:0.000-0.543(mg/l)、0.126(mg/l)、PO<sub>4</sub>P:0.000-0.017(mg/l)、0.010(mg/l)、最上流部である軍川⑤での各濃度はNO<sub>3</sub>-N:0.000-0.129(mg/l)、0.070(mg/l)、NO<sub>2</sub>-N:0.000-0.001(mg/l)、0.000(mg/l)、NH<sub>4</sub>-N:0.000-0.103、0.030(mg/l)、PO<sub>4</sub>-N:0.000-0.005(mg/l)、0.002(mg/l)であった。

### 5 考察とまとめ

渡島大沼への流入河川の負荷量等を詳細に検討するため、流入3河川のうち流域に農用地や牧草地が広がっている軍川において上流から下流まで5地点を設定し、ふん便性大腸菌群数、流量、COD、栄養塩等の詳細調査をおこなった。ふん便性大腸菌群数試験の結果、少量の降雨で、平時と比較してその増加がみられてことから、野積みしてあるふん便または肥料として利用した畑作地に散布したふん便が流失してきたと考えられる。1994年が記録的渇水という気象条件であったため、1993年と同様の十分な調査が出来なかったが、過去の河川の調査事例と比較して、農耕地や家畜が増加しており、適切な管理の必要性が明らかになった。他の2河川については詳細な調査を行っていないが、集域に家畜を飼っている農家が見られる事から、同様に十分な管理が必要であろう。また、1993年11月に上流側の地点でSSが19mg/l、CODが2.8mg/lと急激に上昇していた。これは降雨による影響もあろうが、この時期に実施されていた上流域での土木工事に起因するところが大いと考えられる。

全体的な傾向として、軍川では流量、COD、栄養塩等は上流から下流に到達するまでの間、それぞれ増加していたが、特に、軍川③以降で流量に比してCOD、T-N、T-Pの増加量が多かった。しかしながら、軍川の比率が、3河川合計のうち流量比段階で1~2割程度であることから現段階では、渡島大沼への影響は少ないと考えられる。今後は、同等の河川流量ながら、牛の家畜数の多い荊間川や、流量(流量比)が最大である宿野辺川についても同様の詳細な調査の実施を検討する必要があると考えられる。

## 謝 辞

この調査を行うに当たり、渡島支庁の公害係の植村政博係長（現空知支庁土地公害係長）並びに安井雅裕氏には現地調査並びに各種資料収集に、特段のご配慮を頂きました。この場をかりて厚くお礼申し上げます。

## 参 考 文 献

- 1) 北海道編：北海道環境白書 '93 p80-81 (1993)
- 2) 北海道公害防止研究所：昭和57年度富栄養化防止対策調査報告書（大沼水域）(1993)
- 3) 北海道：湖沼水質管理指針策定調査－大沼－(1982)
- 4) 坂田康一・青井孝夫・村田清康・近藤秀治・日野修次：渡島大沼の富栄養化－物質収支について－。北海道公害防止研究所報 第13号, 55-65, 1986
- 5) 北海道環境科学研究センター：平成6年度環境基準未達成水域原因解明調査＜渡島大沼＞平成7年3月(1995)
- 6) 北海道の気象. 第37, 38巻 第6～9号(1993)
- 7) 日野修次、棗庄輔：河川水中のふん便性大腸菌群と総大腸菌群の挙動およびその汚濁指標性、全国公害研究誌、Vol.15、No.1、30-36、(1990)
- 8) 赤石尚一・佐藤泰昌・市川修三・高杉信男：メンブランフィルター法による河川水中のふん便性大腸菌群の検討。札幌市衛生研究所年報 第11号, 98-102 (1983)

The characteristics of chemical compositions and flow rate into the rivers in the eutrophic lake.

Yasushi Ishikawa  
Syuji Hino  
Osamu Saitoh  
and Kimiyasu Yutani

Lake Ohnuma is located in the Oshima Peninsula, the southern part of Hokkaido. Recently, because of water bloom has often appeared in the lake, Researchers have thought Lake Ohnuma was changed the type of eutrophic lake. For investigating the cause for that phenomenon, we have researched the chemical compositions, water temperature and etc in the lake and inflow rivers from 1993 to 1994. We especially performed a detailed research in River Ikusa. This reason is that catchment area of river Ikusa are agriculture and cattle breeding zone, and is lived in many cows, pig, and the other domestic animals.

The results suggested that the concentration and amount of COD, T-N, T-P and Fecal Coliform in River Ikusa increased, in the meantime the water of its river flowed from the upper stream point to the downstream point. We report that the load of River Ikusa is low effect to the water quality of Lake Ohnuma. That reason is the flux of River Ikusa isn't always much all research months and that flux only occupied 10-20 percentage to the total flux into the Lake Ohnuma.

# 自然環境保全サポートシステムの検討設計

## －自然環境情報と知識のデザイン－

小野 理      金子正美      村野紀雄

### 要 約

自然環境部では、「北海道の自然環境の現状や変化を的確に捉えて、それを自然環境の保全に関する行政等に具体的に反映しうるシステムを構築する」ことを目標に、自然環境情報の総合的な活用システムの検討を行ってきた。

本報告では、①モニタリング、②情報処理、③施策支援、④ネットワーク、の4点を柱として、様々なデータ・知識情報の組み合わせや連携（自然環境情報と知識のデザイン）による「自然環境保全サポートシステム」を提言している。

自然環境に関する情報と知識のデザインのためには、次の4つの重要な要素が整理できる。

まず、各種の観測や調査によって整備されたデータ（データベース）を、地図・グラフ表示などのツールや各種のモデル（モデルベース）にあてはめ、その結果の示す内容を知識情報としてとりまとめる（知識ベース）。この知識情報を組み合わせて各種の予測や評価を行う（シナリオベース）。これら4つのデザインベースを活用して得られた成果は、様々なデータや知識情報を組み合わせ1つのテーマを持ってデザインした「知識カード」としてコンピューターに蓄積し、各種の施策を検討する材料とする。このようなシステムの構築には多くの組織の協力が重要であり、情報交換のためのネットワークが不可欠となる。

### 1 はじめに

近年、各種の衛星画像や地理情報の解析技術、インターネットなど情報ネットワークの多様化などが急速に進み、自然環境に関する調査・研究、施策検討にもこれらを総合的に取り込んだ情報システムの構築が必要となっている。

このようなことから、自然環境部では、画像解析及び地理情報システムの導入を礎にして、人・情報・機器を多角的に関連づけながら、「北海道の自然環境の現状や変化を的確に捉えて、それを自然環境の保全に関する行政等に具体的に反映しうるシステムを構築する」ことを目標にして、1年半にわたって、多くの方々のご協力をいただきながら幅広い検討を続けてきた。

検討の内容は自然環境の把握・解析手法にとどまらず、各種の施策構築に対し、いかに科学的かつ効果的に判断材料を出すことができるか、また、市民参加や環境教育へのサポート、国内外のネットワークにどう連携するかなど広範にわたっている。本報告は、これまでの検討結果の概要をとりまとめたものである。

なお、本研究を進めるにあたって、特に富士通エフ・アイ・ピー株式会社にご協力をいただいた。あつく感謝を表明したい。

### 2 自然環境情報の活用方向

森林や湿原、またそれらを構成する北方特有の雄大な自然景観などを始めとする北海道の豊かな自然環境は、日本国内においても国際的にも大変に貴重な資源である。また一方で、道民の生活とも様々な形で密接に結びついており、農林水産業や観光レジャーなどの北海道の主要産業の基盤にもなっている。従って、自然環境の持続的な利用は、今後の北海道のあり方を考える上で最も重要なテーマである。

このためには、環境の現状を把握して過去からの変化や将来動向を予測するための科学的な情報が必要となる。この場合の情報とは、単に数値が羅列した測定結果などではなく、環境分野に関する幅広い種類の情報が目的に応じて解析処理され、組み合わせられ集約された「知識情報」である。

これまで、多くの自治体で環境保全施策に活用するための環境情報システムが構築されてきたが、それらはコンピュータを意識するあまり、データをコンピュータの性能に合わせて加工、蓄積、解析するという点に力が注がれ、本来の目的であるはずの「いかに情報を活用して環境保全施策の立案・推進を支援するのか」という最も基本的な考え方が欠落していたのではないだろうか。

本報告では、次の4つの項目について総合的な検討を行

い、その成果として、科学的な環境行政の推進に向けた環境情報の利用・運用のあり方である「自然環境保全サポートシステム」を提言する。

- ①自然環境に関連する幅広い情報（データ及び知識情報）の収集 [モニタリング]
- ②生態系全体の機能の解析（現象説明・因果関係解析）や人為的影響の評価ならびに解析結果等の知識情報化 [情報処理]
- ③知識情報等の関連組織間での共有化を通じた環境保全施策の検討 [施策支援]
- ④関連組織間における人と情報（データ及び知識情報）の連携 [ネットワーク]

すなわちこのシステムは、大規模なデータベースシステムを目的としたものではなく、様々なデータ・知識情報の組み合わせや連携による、新たな、より高度な知識情報の創出（自然環境情報と知識のデザイン）を目指すものである。

### 3 自然環境情報の活用に関する現状の課題

北海道では、自然環境保全に関して平成元年に策定された北海道環境管理計画に基づき、様々な施策が検討・推進されている（図-1）。これに関して、自然環境に関する幅広い情報（データ及び知識情報）を長期継続的に蓄積して有効活用していくことが、これらの施策を支援する上での必須条件の一つであると言える。

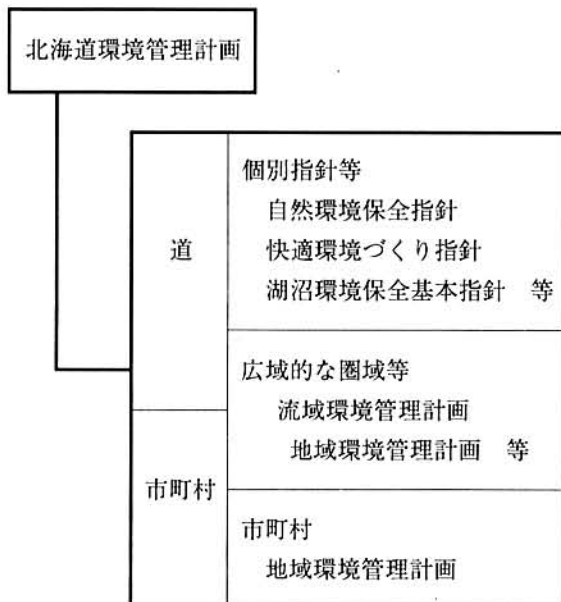


図-1 北海道の自然環境保全に関する計画等 (北海道環境管理計画)

自然環境に関するデータを収集する場合には、自然環境の基本的な特徴を十分に考慮することが重要である。例えば、自然環境（現象・問題）と従来の公害問題とを比較してみると、表-1に示すように、空間的また時間的スケール、環境インパクトに対する影響の時間的な遅れ、さらに因果関係や系としてのメカニズムの複雑さの程度などに大きな違いを見いだすことができる。また、これらの特徴が自然環境の様々な変動や変化などの現象を見えにくくしているとも言える。

表-1 自然環境(現象/問題)と従来の公害問題との比較

比較項目	自然環境(現象/問題)	従来の公害問題
□空間的スケール	・森林の分布域や動物の生息域などの生態系を捉える範囲が広域で規模が大きいの。	・都市域や特定流域など、局所的でその範囲が限られている。
□時間的スケール	・数年～数十年～数百年の長期間にわたり、動物や森林などの対象の違いにより、そのスケールも異なる。	・大気汚染、水質汚濁、騒音振動などその現象の時間的な広がりは短く、数時間～数年程度である。
□影響の時間的な遅れ	・環境にインパクトがあった時点から影響が表面化するまでには通常大きな時間的遅れがある。	・環境にインパクトがあった時点から比較的短時間でその影響が表面化する。
□因果関係の複雑さの程度	・開発行為など人為的要因だけでなく、直接的また間接的にも自然的要因も関与している場合も多く、それらの要因が複数かつ相互に関連している。従って、個々の要因を区別して推定評価することは困難である。	・産業経済活動など人為的要因による影響が主であり、因果関係も1対1かまたは同程度に単純である。

従って、自然環境保全施策の検討に結び付けるためには、ただ単に現地調査やモニタリングを行うだけでなく、現状の把握・評価や現象説明、影響解析などの研究作業とそれらの成果の体系的な集約・連携による知識情報化が重要となる。

これらの点を踏まえて、現状の自然環境保全に関する業務を調査検討した結果、次の4つの主要な課題があげられる。

#### 課題① 自然環境の統合モニタリングとデータの蓄積管理

大気汚染や水質汚濁といった公害項目については、法律に基づく環境モニタリング体制が確立しており、北海道においても過去20数年間にわたる大気、水質の観測データが蓄積されている。

一方、自然環境については、クマ、シカなどの狩猟や駆除の統計資料や、環境庁が概ね5年毎に実施している自然環境保全基礎調査の他は、長期継続して蓄積されている自然環境データはほとんどなく、地域の自然環境の保全の方

針を決定する上で必要となる地域生態系の現状や変化に関するデータが得られない状況にある。

しかし、自然環境モニタリングには、自然のダイナミックなメカニズムを把握することが必要なことから、単に種数や森林面積の変化を監視するのではなく、個々の自然環境構成要素における季節変動などの周期性や植生遷移、大型哺乳類の生息域等に代表される時間的・空間的にスケールの大きな変動、また、食物連鎖など要素間の複雑な関連や連携など、長期継続的な統合モニタリングが重要である。また同時に、土地利用や産業、人口変化などの社会経済活動が自然に及ぼす影響も監視していく必要がある。

これらのデータは長期間蓄積管理して、いつでも利用できるように整備しておくことが要求される。この際に、大規模なデータベースシステムで一元管理する必要はなく、それらの情報源の把握と情報源へのアクセス手段の確立（ネットワーク）が重要となる。

#### 課題② 自然環境の現状を把握・評価するためのデータの 見方の検討整理

現存植生図や動物分布図に代表されるように、現状では自然環境データを地図化して表現することが最も多く、また補足的にグラフや表でその分布量も大まかにとらえてはいる。だが、それだけでは環境要素間の関連や人間活動の影響など自然環境の動的な面を把握・評価することは困難である。

環境要素の時間的スケールや空間的スケールを考慮した個体数変動などの時系列グラフや分布変化図をつくる、また複数の要素をそれらにプロットすることも有効である。さらに、要素間の因果関係をクロス集計表に表現し、関連の強弱を定性的に把握することも可能であろう。このようなデータの選択と組み合わせ、ならびに表現形式の検討は、自然環境の現状を把握するために要求される高度なノウハウである。

また、大気汚染や水質汚濁などにおける環境基準のような評価基準が自然環境にはない。そこで、一次産業に関する有効な資源として、また水源涵養保安林など機能の面から、さらに生物多様性の保全という面からなど、自然環境を様々な角度から指標化して評価することも重要となる。

#### 課題③ 生態系全体の機能や人為的影響の解析、及び環境 変動・変化の予測

自然環境保全施策の検討や実施に当たり、現況の把握や評価の作業結果を検討や実施の基礎資料とするものの、大気汚染や水質汚濁などでは活用されるシミュレーション計算のような定量的な予測は行われないのが一般的で、北海道も例外ではない。国内では、大学などの公的研究機関においてさえも、生態系全体の機能や人間活動による影響の解析に関する研究事例は数少ない。

基本的なアプローチとして、課題②で述べたような成果を組み合わせて、生態系全体の機能や人為的影響のつながりを追いかけて行くことにより、少なくとも定性的な把握が可能になると考えられる。その際、不明な点や十分な知見が得られていない箇所についてはブラックボックスとしてでも、定性的な環境モデルを構築することが重要である。

この定性的なモデルをベースとして、新たなデータや知識情報を付け加えさらに高度なモデルとしていく試行錯誤的な研究作業が要求される。その結果として、定性的なままでも将来の環境予測や施策オプションの検討支援が可能になると考える。

#### 課題④ 自然環境に関する情報・知識のデザインと施策 検討への活用

自然環境のモニタリングデータや関連する社会経済指標などの現況やトレンドの評価解析結果ならびに環境要素（事象）間の定性的モデルや予測結果など、これらのデータや知識情報は個々の問題テーマ別の成果である。一方、自然環境保全施策の検討はこれらを総合した観点から行われるべきものである。

従って、対象とする問題解決のためのシナリオに沿って、これら個々の成果を組み合わせて新たな知識情報をデザインしていくことが必要となる。この場合の作業は、研究者だけでなく行政担当者や様々な専門家が参加して議論することが重要なことから、個々の環境情報や研究成果の共有及び連携と、議論の結果生み出された新たな知識情報の蓄積と有効活用を支援するシステムが要求される。

## 4 自然環境保全サポートシステムの 検討・設計

### 4.1 システムの全体概要

図-2に「自然環境保全サポートシステム」の全体イメージを示す。

本システムは、自然環境保全に関連するデータの収集整備及びデータの処理解析、データの知識情報化、ならびに施策検討までを一貫して支援する総合システムであり、自然環境保全に関わる行政担当者や研究者など「人」の連携と、観測データや研究成果などの「情報（データ及び知識情報）」の共有化、それらを有効に機能させるためのネットワーク基盤が重要となる。

### 4.2 対象とする情報の種類と収集整備

自然環境の観測調査結果や社会経済指標、公害データ、研究成果など、幅広い分野の情報を長期継続して収集整備していくことは大変重要である。だが、これには同時に多大な労力や資金・設備を必要とすることから、次の①～④のように、日常的な情報収集作業や環境モニタリングの計画





図-2 自然環境保全サポートシステムの概要図

的推進及びそれらの調査結果の体系的整備を含めた形で全体のシステムを考えることが重要となる。

- ①自然環境及び保全施策等に関連する国内外の情報調査の定期的実施
  - ◇例：自然環境保全基礎調査、国土数値情報、地域メッシュ統計、工業統計、北海道環境白書掲載データ、気象観測データ、衛星観測データ（NOAA、LANDSAT）、国立環境研究所や大学、自然系博物館等公的研究機関の研究成果、国際的機関の研究活動（UNEP/GRID、NASA、NOAA、ERIN 等）、他
- ②北海道の自然環境に関する長期継続的なモニタリングの企画推進
  - ◇衛星観測データを用いた土地被覆変化、植生変化の監視観測（月単位）
  - ◇道有林等における森林生態系の環境変動の統合モニタリング
  - ◇流域（山地～湿原～都市域～沿岸域）における人間活動と自然環境の関連の総合的な継続的観測調査、他
- ③情報源情報ならびに研究調査情報、研究機関活動等に関する定期的調査の実施
  - ◇①、②の成果や活動状況のカタログ（インデックス）情報の整備、定期的な更新修正が必要である。

- ④コンピュータシステム上でのデータの管理運用
  - ◇表-2に示すように収集したデータをそのままのデータ形式でも取り扱うと同時に、様々なシステム機能により解析処理された結果も画像データやグラフ・表の形式で保存管理することを可能とする。その場合には、異なった形式のデータ間での連携や組み合わせも重要である。
  - ◇各種データの全てを長期的に一元管理することは避け、情報ネットワークの整備運用を通じて、必要時に国内外のデータ提供機関へアクセスすることによりデータ管理運用作業を軽減する。この際、情報源へのアクセス手段やデータ入手方法も③の調査と合わせて行う必要がある。

#### 4.3 主要なシステム機能の内容

自然環境保全施策の検討支援に当たっては、①自然環境情報の体系的整備、②環境の現状把握、③環境の現象説明や人為的影響の因果関係の把握、④環境の変動・変化の予測、さらに⑤それらの結果の連携・組み合わせによる施策検討支援、という標準的な作業の流れが考えられる。

図-3に本システムの主要機能の構成を示す。

表-2 コンピューターシステムが扱うデータの種類

種 類	入 力 形 式	表 示 形 式 (標 準)	説 明 有 り は 例	
1 情報源情報	数値+テキスト+画像	カード	データのインデックス情報、 文献情報	
2 一次データ	メッシュデータ 地域データ 測定点データ リモートセンシングデータ 写真 説明文 動植物インベントリ 動植物分布 〃	数値 数値 数値 画像 画像・動画 テキスト テキスト+数値+画像・動画 数値(メッシュ対応) 数値(定点観測情報)	地図、ヒストグラム 地図、表 地図、表 地図(画像)、ヒストグラム 画像・動画 テキスト カード、一覧表 地図 地図、表	市区町村別人口 大気常時監視局データ 人工衛星による土地被覆
3 補助データ	境界線位置データ 線位置データ 測定点位置データ 白図 コード名称対応データ リンク情報	数値 数値 数値 画像 テキスト 〃	データの表示位置、背景図 〃 〃 背景図 表 一	行政界、自然公園境界線 道路位置、河川位置 大気常時監視局位置  データ同士の関連を定義した情報
4 二次データ	指標・集計結果 グラフ・地図 〃 考察	数値(集計値) 数値(集計値) 画像 テキスト	表 グラフ・地図 画像・動画 テキスト	
5 分析支援	概念モデル 数値モデル シナリオ 各種手法	図式 数式 数値+テキスト 数式など	図 図+数式 テキスト 数式など	
6 知識 整 支 理 援	知識カード 紙芝居	数値+画像+テキスト 順序付けられた画像	自由カード形式 紙芝居	
7 シ管 ス理 テ支 ム援	利用者管理データ データの利用状況 ネットワーク利用状況	数値+テキスト 〃 〃	表+グラフ 〃 〃	

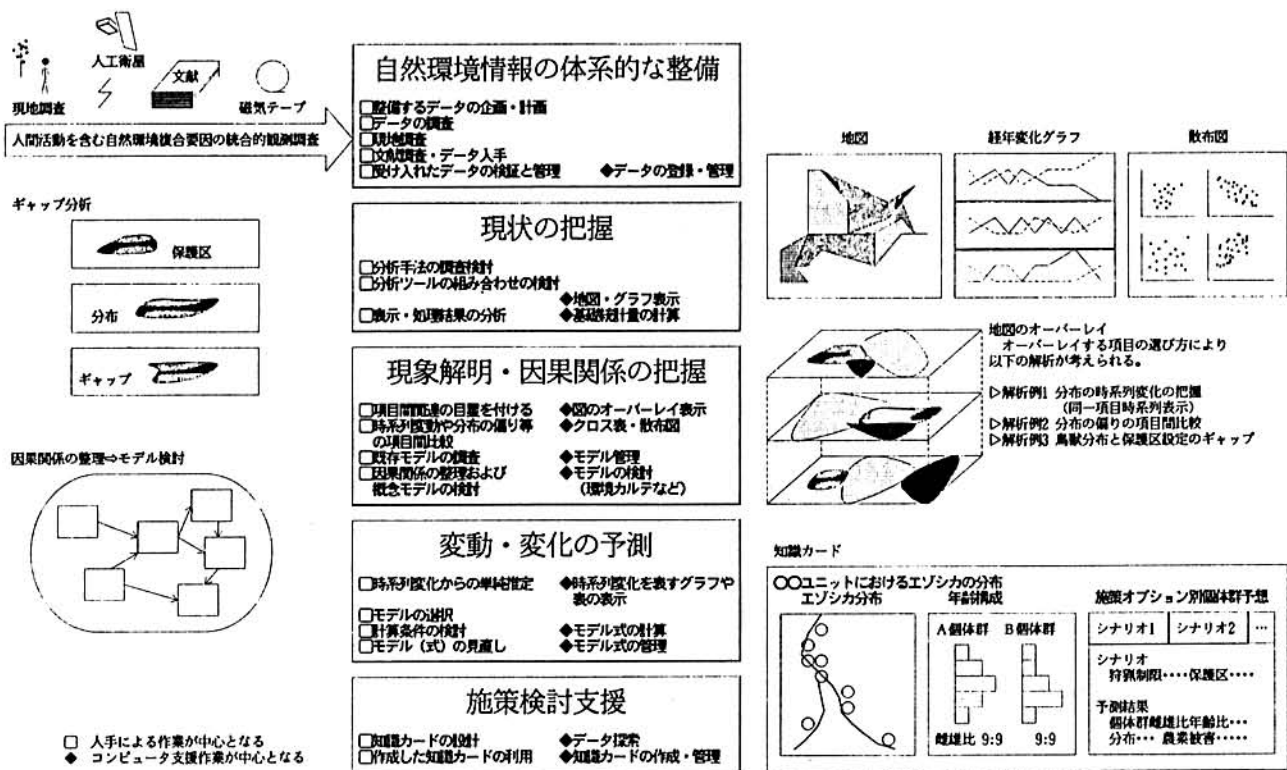


図-3 自然環境保全サポートシステムの主要機能構成

## 5 自然環境保全サポートシステムの利用運用

### 5.1 環境アセスメントにおける利用例

北海道環境影響評価条例で定められている評価書作成のための現地調査や予測評価とは別に、本システムにより次のような業務支援が可能となる。特に、評価書審査時における既存の類似事例での調査結果を検索参照したり、条例では規定されていない工事完了後供用時の環境監視する場合などに有効である。本システムを既存調査結果の参照に

利用する場合の例を図-4に示す。

- ①事業計画段階
  - ◇対象地域の自然環境情報及び関連情報の表示
- ②事業者指導/評価書審査段階
  - ◇対象地域の自然環境情報及び関連情報の表示
  - ◇類似事例の検索表示(図-4)
- ③工事中の環境監視
  - ◇衛星観測データによる土地被覆変化の解析
- ④供用時の環境監視
  - ◇衛星観測データによる土地被覆変化の解析や河川や湖沼の水域の濁度変化の解析

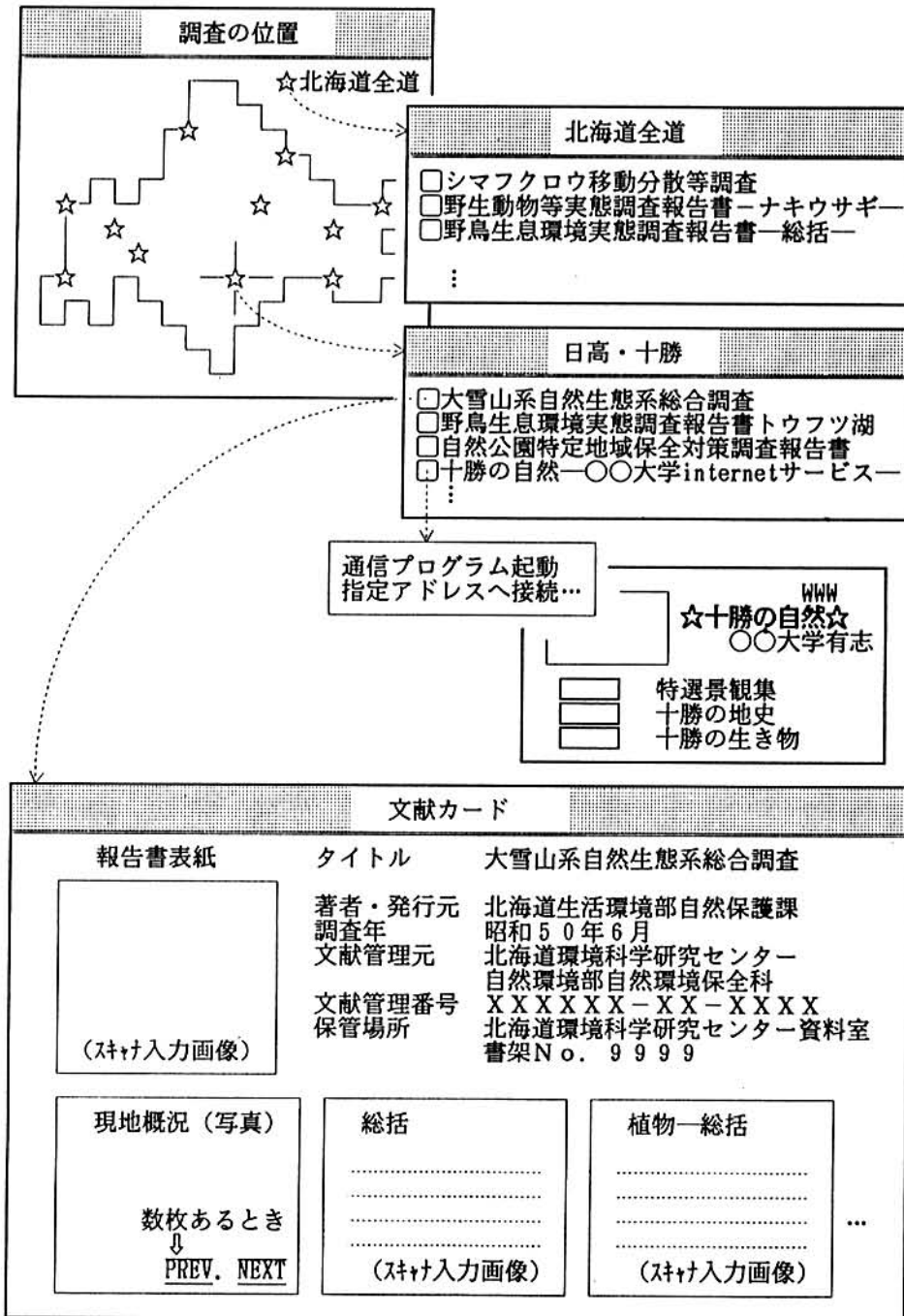


図-4 環境アセスメントにおける利用例(既存調査結果の参照)

北海道RDB 種のカード

オオチャバネセセリ

☆種コード AA-BBB-CCC  
 ☆標準和名 オオチャバネセセリ  
 ☆学名 Polytremis pellucida  
 ☆分類 目セセリチョウ\*  
 ☆異名英名等 \_\_\_\_\_

☆RDB判定 絶滅種 稀少種  
絶滅危惧種 ：  
危急種

☆種の概要 \_\_\_\_\_  
種の特（形態・理・態等）  
生息環境・分布等  
天然記念物などの指定  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

☆競合種 ××××× ×××××  
 ☆近縁種 ××セセリ ×××××  
 ☆生存に対する脅威 \_\_\_\_\_

☆学術的な意義と価値 \_\_\_\_\_

☆保護の状況 \_\_\_\_\_

☆所見☆

- 1995. 05. 05 北北大学南南学部) 東東教授
- 1995, 05, 05 北海道環境科学研究センター東西南北科) 西西氏
- 1995. 07. 24 北海道開拓記念館南西課) 北北東氏
- 1995. 08. 09 北北大学西西学部) 南南教授
- ⋮

(検討評価結果・意見書)

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

☆対象種および関連する環境要因等の解析結果☆

- 対象種の分布域の変化
- 過去と現状の比較分布図
  - 過去と現状の変化図（変化部分の差分）
  - グラフ・表等を用いた数値表現による比較
- 対象種と環境要因との関連
- 複数要因とのオーバーレイ地図表示
- 対象種に関する既存調査（文献・資料等）
- 調査地点からの検索等

☆図・写真・映像☆

- 雄・雌（写真）
- 卵～幼虫～蛹～成虫

☆生息分布図☆

- 地域詳細
- 北海道
- 日本
- 東アジア/世界

図-5 北海道レッドデータブック作成における利用例（種の評価参照）

## 5.2 野生動物保護管理（狩猟鳥獣保護管理）における利用例

いわゆる鳥獣保護法を基本として、この法律に基づき策定される鳥獣保護事業計画に従って、鳥獣保護区の定期的見直しや狩猟制度に関する行政が進められている。本システムは、次に示すように野生動物の生息状況や生息環境との関連の調査研究などの支援を通じて、野生動物保護管理行政にも活用できると考えられる。

### ①野生動物の現況把握

◇現地調査データ（目撃データ等）と、衛星観測データ解析結果（土地利用等）及び地形、気象データ等の相互関連の解析

### ②野生動物の行動範囲の解明

◇現況の解析結果及び移動追跡調査データに基づく生息環境条件の評価

### ③潜在的な生息可能地域の予測

◇①及び②の解析結果の基づき、地理情報解析により潜在的な生息可能地域の地理的範囲を予測

### ④保護区域の確認、見直し検討

◇③の解析結果と鳥獣保護区等の法令による保護保全区域との関連のギャップ分析

## 5.3 野生動物保護管理（北海道レッドデータブック作成）における利用例

レッドデータブック作成事業は、北海道における稀少な種や絶滅の危機に瀕している種といった野生生物の目録を作成し、それら個々の種に関連する情報を合わせて整理するもので、既存の調査結果などを活用した全種調査と個別の種の評価検討などの専門的な作業が行われる。本システムは特に個別の種の評価検討において、種の写真や分布地図などのマルチメディア情報の統合管理と様々な研究解析結果との連携を「知識カード」を通じて参照することができる。知識カードは、様々なデータや知識情報を組み合わせ、1つのテーマを持ってデザインしたものであり、従来にはない本システムの特徴である。

### ①全種調査

◇「すぐれた自然地域」の調査データや「自然環境保全基礎調査」データの地図表示、参照

### ②個別の種の評価検討

◇①の調査結果や野生生物の調査研究結果に関する情報の組み合わせ（知識カード）及び連携参照（図-5）

## 6 自然環境に関する情報と知識のデザイン

「いかに情報（データ及び知識情報）を活用して環境保全施策の立案・推進を支援するのか」という観点から、これまでの検討結果をまとめると、表-3に示すように自然環境に関する情報と知識のデザインのための4つの重要な要素が整理できる。

表-3 情報と知識のデザインのための作業ステップ

作業フェーズ	作業内容	デザイン要素	
データ収集整備	・自然環境調査、環境総合モニタリング ・社会経済等の関連データ調査 ・環境調査、研究事例調査	データベース	
現象解明・因果関係解析	・環境の現状評価 ・自然環境メカニズムの解明研究 ・人為的影響など因果関係の解析研究	モデルベース (評価解析ツール)	知識ベース
環境の変動・変化の予測評価	・将来の自然環境変動予測、評価 ・様々な政策や開発計画等を考慮した自然環境変化の予測、評価	モデルベース (予測評価ツール)	
施策検討支援	・データベース及び知識ベースを活用した情報や知識の組み合わせによるオプション別シナリオ予測検討	シナリオベース	

まず、各種の観測や調査によって整備されたデータ（データベース）を、地図・グラフ表示などのツールや各種のモデル（モデルベース）にあてはめ、その結果の示す内容を知識情報としてとりまとめる（知識ベース）。この知識情報を組み合わせることで各種の予測や評価を行い（シナリオベース）、各種の施策を検討する材料とする。

データベースとモデルベース、さらに知識ベースとシナリオベースの組み合わせをそれぞれマトリックスにすると、自然環境に関するデータと知識情報を材料に知識カードをデザインするための個々の作業内容と、それらの成果の連携活用の手順とを企画検討することが可能となる。図-6に野生動物保護管理におけるデザインシートの作成例を示す。

このシートに掲げた表頭・表側の個々の項目及び項目間の組み合わせは、実務を進めていくなかで適宜再検討して改善されていくものである。そして自然環境の現況や変動・

変化の評価認識がより明確になり、さらに自然環境の持続的利用を可能とするより効果的な施策の検討支援がなされることが十分に期待できる。

《モデルベース》

《シナリオベース》

	基礎解析		変動変化		関連解析		モデル	
	分布の把握(地図)	地域間比較	基礎統計量	変動変化の傾向	オーバレイ	相関グラフ	種の多様性	鳥獣個体群の動態
人工衛星	①		①					
土地被覆								
NDVIの計算								
海面温度								
土地利用など(国土数値情報)								
野生動物								⑬
植物/植生								
野生動物生息・移動状況			⑩	⑪		⑨	⑩	⑬
狩猟・目撃情報				⑪				
気象(温度湿度・降水積雪等)				⑥				
土壌・地質								
人間活動								
大気汚染								
水質汚染				⑧				
自動車交通量など								
人口								
工業出荷額								
飲食業売上高								
農業出荷額高								
土地規制								
鳥獣保護区				⑫				
各種保全地区								
都市計画区域								

野生動物保護管理	土地被覆変化の継続的監視	植生変化の継続的監視	生息可能地の推定	土地改変による分布変化予測	環境変化への感受性評価	生息可能最小個体群推定	特定種除去による影響評価
① 人工衛星による土地被覆変化の状況把握	○						
② 人工衛星による植生変化の状況把握		○	○				
③ 土地利用状況の把握			○				
④ 植物分布の状況の監視					○		
⑤ 対象種の分布状況・個体群構成の監視					○		
⑥ 気象変化の把握			○				
⑦ 土壌・地質・標高分布状況の把握			○				
⑧ 陸水の汚濁状況の把握			○				
⑨ 生息地面積と生息数の関連把握			○	○			
⑩ 地域による多様性の相違の把握						○	○
⑪ 個体群構成比変化の把握(年齢、性別)						○	○
⑫ 保護区内外の分布状況の比較							○
⑬ 種間の関係把握							○
⑭ 周辺の人口増加による植生変化の監視							○

図-6 自然環境情報と知識のデザインシート(記入例)

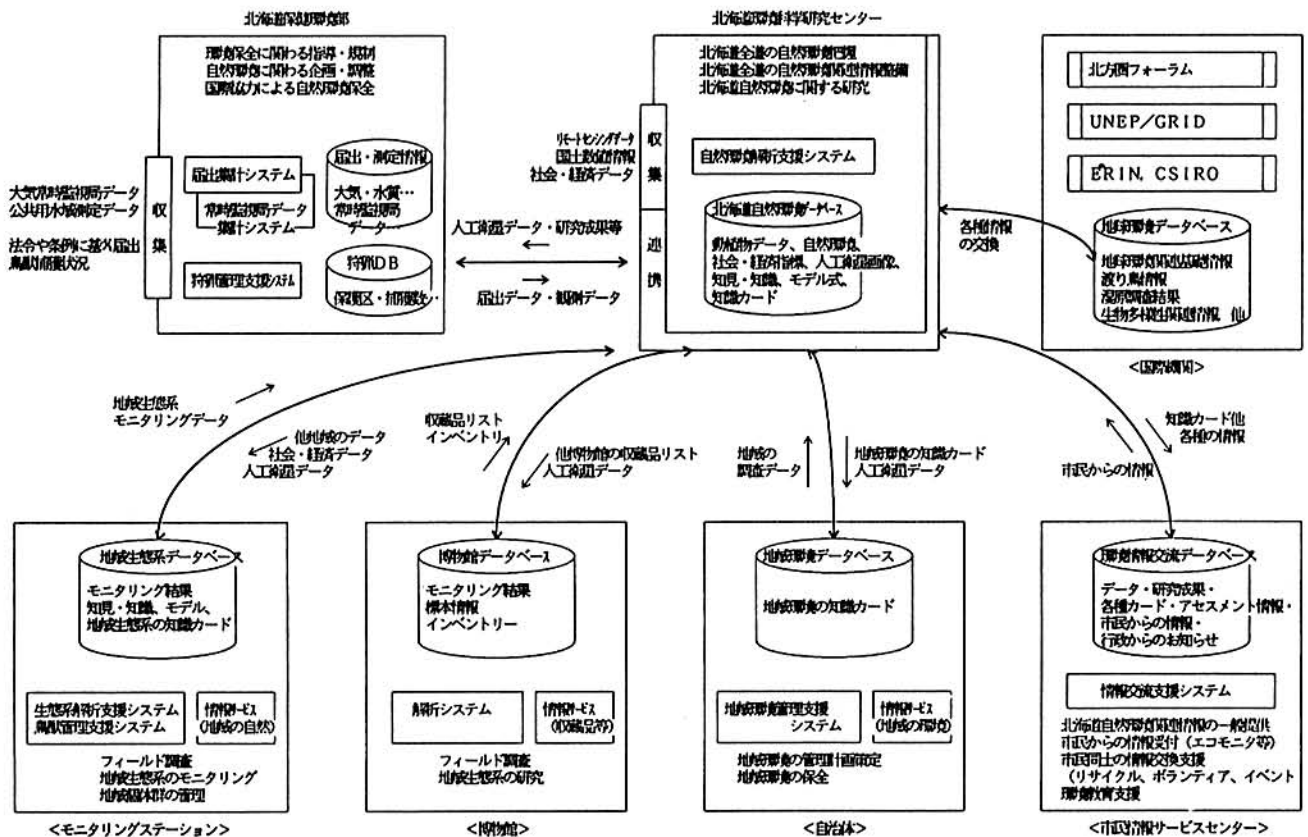


図-7 自然環境保全サポートシステムの情報ネットワーク

## 7 自然環境保全サポートシステムを展開するための課題と将来構想

自然環境情報と知識のデザインを有効にかつ着実に推進していくためには、図-7に示すように、その源になる情報の収集整備と、情報の交換・共有化のためのネットワークづくりが重要となる。

これらの観点から、本システムを今後展開していく際の課題を次に示す。

### 7.1 関連機関・部署との環境情報ネットワークの構築

システムの運用体制を支援する基盤としての情報ネットワークの整備はもちろんのこと、道庁関連部署・関係市町村・大学・市民・民間も含めた組織間の協力に基づく学際的な調査や研究の推進、情報交換のための運用体制の確立と人材の相互交流が必要である。

このため、システムの活用が図られる協議会・フォーラム等の場を整備することが重要である。

### 7.2 自然環境に関する体系的・長期継続的なモニタリングステーションの整備

自然生態系は環境の場への依存性が高いことから、日高や大雪山系の森林地域や海岸の自然植生、湿原など様々な環境条件に調査区を設け、動植物や土壌、地形地質、大気水質、気象、それらを取り巻く人為的影響（土地利用、産業、交通、観光等）を総合的な観点からモニタリングすることが重要である。自然生態系のメカニズムや人為的影響による環境変動の調査研究のためにも、永久調査区による長期継続的な統合モニタリングを行うステーションを整備する必要がある。

また、北海道全体を同時点で均質的に観測監視するために、衛星観測データの活用が大変有効となる。従来から、LANDSATやNOAAの観測データをもとに土地被覆状況や植生、温度分布の状況等が評価解析されていることから、これらのデータとモニタリングステーションにおける現地データを組み合わせることにより、自然環境モデルの構築も可能となる。

### 7.3 住民合意形成システムの確立

自然環境保全施策を策定する上では、自然環境に関するデータや客観的な解析結果等が必要であることは言うまでもないが、様々な施策オプションの中から特定の施策を選択するには地域住民の要望や意見を汲み上げて合意形成を図ることが重要である。アンケート等による意識調査における効用と限界を十分に考慮した上で、地域住民の環境に対する意識等を定期的に把握するためのシステムを確立しておくことも必要である。

また、このシステムには地域住民の代表としてのエコモニター制度や、住民と行政とのコミュニケーションの場としての環境情報サービスセンターの設立運用、コミュニケーションの場を活用した環境教育なども取り込むことが考えられる。

### 7.4 情報による国際協力の推進

北海道では現在、北方圏フォーラムやラムサール条約における取り組みを通じて、地域レベルで地球規模の環境問題に取り組んでいる。一方、オーストラリアではERINが、タイではGRIDバンコクなどが中心となり自然環境保全等に関する取り組みが推進されている。北海道を含むこれらの自然環境保全研究の拠点を相互に結びつけ、情報や研究のネットワークを構築することにより、東アジアやオセアニアといった国を越えた地球レベルの自然生態系の解明と自然環境保全政策へのより具体的な提言が可能になるであろう。国際社会における自然環境の情報と行政・研究のネットワークづくりに積極的な役割を果たしていくことを通じて、北海道は自然環境と生物多様性を保全する取り組みに対して、国際的に重要な役割を果たして行くべきであると考える。

## 8 おわりに

本システムの検討は、自然環境保全施策を情報面からサポートするという観点から実施したが、このシステムの考え方は、自然環境保全ばかりではなく、環境全般の施策形成とその推進、環境全般の調査研究の展開に大いに寄与するものと考えられる。今後、修正・追加・ケーススタディを重ね、実際に使われるシステムを構築していきたいと考えていることから、システムの構築に関して各方面からご意見・ご要望をいただきたい。

**Planning Decision-Support-System  
for Nature Conservation  
-Design of Information and Knowledge  
of Natural Environment-**

**Satoru Ono  
Masami Kaneko  
and Norio Murano**

Nature Conservation Department propose "Decision-Support-System for conservation" in this report. We purpose by this system to catch the state and change of natural environment in Hokkaido appropriately, and to apply the knowledge in conservation policy-making practically.

Four points are needed to integrate and link various data and knowledge, or to design of information and knowledge of natural environment for this system; 1) Monitoring, 2) Data Processing, 3) Supporting policy-making, 4) Networking.

Monitored and processed data are integrated to get knowledge. These knowledge and data are designed on "Knowledge Card", that is on a specific subject. These cards are stored in computer systems, and used for supporting conservation policy-making. Networking for information exchange is essential, because cooperation of many organizations are important to build this system.



## 置戸山地凍土帯の風穴植物群落

## —平成6年度「すぐれた自然地域」保全検討調査—

西川洋子 宮木雅美 堀 繁久

## 要 約

置戸山地中山の凍土帯に105mの調査区を設定し、風穴植物群落の調査を行った。凍土帯中心部にはトドマツ—アカエゾマツ林が成立していた。林床は、土壌の発達がほとんどみられない岩れき上を厚いコケ層が覆い、他には亜高山～高山性のミヤマハンショウヅルなど数種が認められたが被度は低かった。トドマツ—アカエゾマツ林の周囲にはトドマツ林が成立し、周辺植生との境界付近では林床のササの被度が高くなった。7月に測定した調査地最大の風穴の地中温度（地下15cm）は3.6℃で氷塊が観察されたが、他の場所では温度の低下がほとんど認められず、夏早い時期までに土壤凍結層の融解が進んだことが示唆された。この地域の低温効果は森林の発達を妨げるほど強くはなく、樹冠で閉鎖された林床への陽地性の高山植物の侵入は制限されたと考えられる。したがって、北海道の他の風穴植生と比較すると、林床植生の種多様性は低い。

## 1 はじめに

風穴（ふうけつ）は、地下に異常低温層が存在する岩れき集積地でみられ<sup>1)</sup>、地表面にあいた岩れきの空隙から、夏期には地中で冷やされた空気が外へ流れ出る。このため、風穴の周辺では、低温と吹き出す冷風による結露に起因した多湿という環境条件によって、周囲と異なった植生が成立する<sup>2), 3)</sup>。

北海道では、北見、網走地方や大雪山周辺域、定山溪等に分布する風穴についての報告がある。これらによると、

一般に北海道の風穴植生は、コケモモ、イソツツジなどが主要構成種となることが特徴であり<sup>2)~4)</sup>、地表面はミズゴケを含むコケ類からなる厚いマット状の群落が発達する<sup>1)~8)</sup>。また、上層はエゾマツ、トドマツの針葉樹林が成立している場合が多い<sup>2)~6)</sup>。

現在まで詳細な記録のなかった置戸山地中山の凍土帯に成立する風穴植物群落の調査を行い、北海道の他の風穴植物群落と比較することによって、置戸風穴植物群落の特徴について考察した。

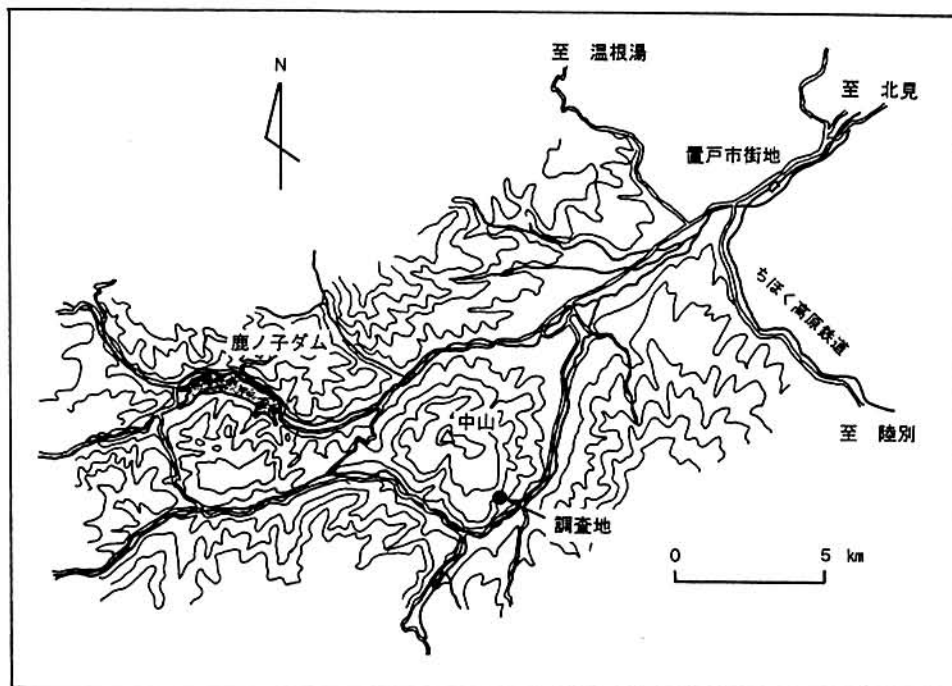


図1 調査位置図

## 2 調査地

調査は、北海道東部、置戸山地中山の南東斜面、標高600m付近の道有林北見経営区置戸事業区5林班内の風穴地(北緯43°35′、東経143°29′)で行った(図1)。調査地に近い置戸町境野地域気象観測所によると、1993年における最暖月8月の日最高気温は平均22.4℃<sup>9)</sup>、最寒月の2月の日最低気温は平均-13.6℃<sup>10)</sup>で、1994年の冬季の最大積雪深は48cm<sup>11)</sup>であった。中山は、安山岩質の熔岩で覆われており<sup>12)</sup>、これに起因する火山岩の岩塊や角れきの集積地に風穴が分布する。風穴の開口部は最大のもので幅が約1mほどであるが、20~30cm以下の小さいものが多い。置戸山地周辺では、このほかにも異常低温層の存在が確認されており、風穴は広い範囲に分布している。調査地の周辺は、トドマツ、アカエゾマツにミズナラ、イタヤカエデ等の広葉樹が混生する針広混交林であるが、調査地の風穴地はトドマツやアカエゾマツの針葉樹林が成立している。

## 3 調査方法

調査は、1994年7月19~21日に風穴が点在する岩れき地において、斜面を横断する幅5m、長さ105mの带状区を設定して行った。带状区は、調査地で最大の風穴を通り、周辺部の針広混交林に達する。带状区はさらに5m毎の合計21の調査区に区分した。

各調査区では、3年生以上の木本すべての樹高と、樹高が1.5m以上の個体については胸高直径を測定した。林床植生については、各調査区内に1×1m<sup>2</sup>の方形区を一カ所設定し、出現種の被度(%)を記録した。

環境要因については、各調査区において腐植層の厚さをランダムに3カ所で測定した。また、気温、地表面温度、地温、風穴開口部付近の温度も、各調査区内の3カ所で測定した。気温は直射日光を避け、地上1.5mの高さで、地温は地表面から15cmの深さで測定した。

## 4 結果

### 4.1 温度環境

地中温度、風穴開口部の温度、地表面温度は、最大規模の風穴が存在する調査区No.5で急激に低下したが、気温は他の調査区の平均気温と比べ1.3℃の低下にすぎなかった(図2)。調査区No.5の地中温度は平均3.6℃、最大規模の風穴開口部の温度は0.6℃で内部に氷塊が確認された。他の調査区では、風穴とみられる空隙は多くみられたが、温度の低下はほとんどなく、調査を行った7月の時点で明らかに冷風が吹き出している風穴は、最大規模の風穴とその周辺のみで認められた。

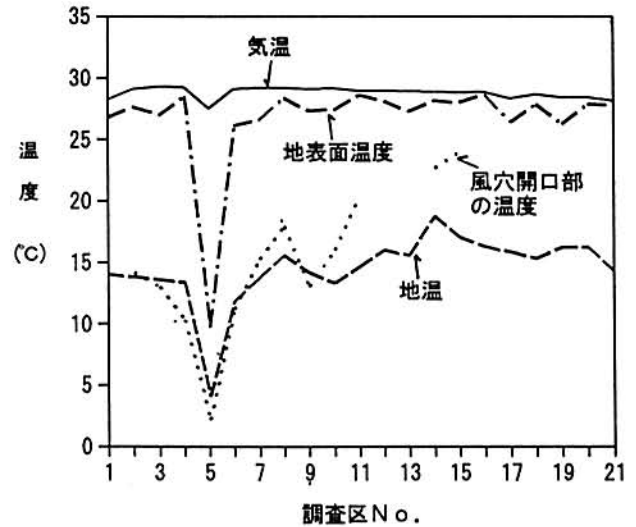


図2 各調査区の気温(地上1.5m)、地表面温度、地温(地下15cm)、風穴開口部の温度

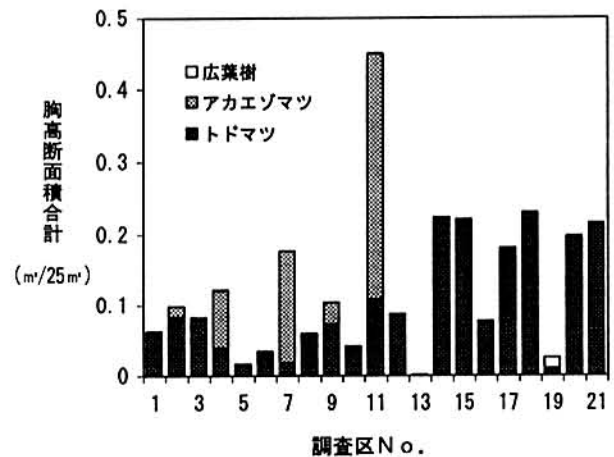


図3 各調査区における樹高1.5m以上のトドマツ、アカエゾマツ、その他広葉樹の胸高断面積合計

### 4.2 植物組成の変化

調査区毎に求めた樹種別断面積合計から、調査地の森林は2つのタイプに区分された(図3)。トドマツは全調査区で出現するが、風穴が多く分布する調査区No.1~11は、調査区当たり胸高断面積が0.1m<sup>2</sup>以下と小さく、アカエゾマツが不規則に出現するトドマツ-アカエゾマツ林であった。一方、No.12~21は、アカエゾマツがほとんどみられず、若干の落葉広葉樹を伴うトドマツ林であった。トドマツ-アカエゾマツ林では、両種とも各樹高階に存在した(図4)。トドマツ-アカエゾマツ林における単位面積当たりのアカエゾマツの本数はトドマツに比べ少ないが、樹高25m以上の個体ではトドマツより多くなり、最上層部はアカエゾマツが占めていた。最大のアカエゾマツは胸高直径70cm、樹高31mであった。トドマツ林では、アカエゾマツは樹高

5 m以下の個体が少数生育しているにすぎず、トドマツは全樹高階で出現し、樹高20m以上の個体が多かった。

林床植生は、表1に示したようにA～Cの3タイプの群落に区分された。風穴が多く分布する調査区No.1～10のトドマツ-アカエゾマツ林の林床は、厚いマット状に発達したコケ類の群落に覆われ、亜高山帯から高山帯に生育するミヤマハンショウヅルやヒカゲノカズラなどが出現した(表1-A)。また、帯状区全域の共通種である山地性のコミヤマカタバミやヒメカンスゲなども認められたが、被度は低かった。No.11～17は、No.11を除き上層がトドマツ林であり、コケ類はほとんどみられなくなった(表1-B)。共通種のコミヤマカタバミ、アキノキリンソウ、マイヅルソウの出現頻度が高くなり、新たにオオウメガサソウ、ゴゼンタチバナ、マルバチャルメルソウ、ジンヨウイチヤクソウ、コキンバイが出現した。また、わずかに亜高山に分布するホザキナナカマド、ハクサンシャクナゲ、コヨウラクツツジなどの低木類が出現した。さらに、アカエゾマツやトドマツの実生がみられ、周辺の森林から種子が散布されたと考えられるシナノキ、ハルニレなど落葉広葉樹の実生もみられた。風穴中心部から最も遠いNo.18～21のトドマツ林は、Bタイプに出現した草本類に加え、チマキザサが出現し、フッキソウ、オシダとともにツルアジサイやチョウセンゴミシなどの蔓茎類もみられた(表1-C)。一方、Bタイプでみられた低木類がみられなくなり、上層木の実生も減少した。コケ類を除く林床植物の出現種数は、トドマツ-アカエゾマツ林で2～9種、平均5種であったが、トドマツ林では10～13種、平均12種に増加した(表1)。また、トドマツ-アカエゾマツ林は林床がコケ類に覆われており、他の植物の被度は低かった(図5)。トドマツ林の林床ではトドマツ-アカエゾマツ林でみられたコケ類がみられなくなり、他の植物の被度が高まった。チマキザサの出現するNo.21では、維管束植物の被度が50%に達した。

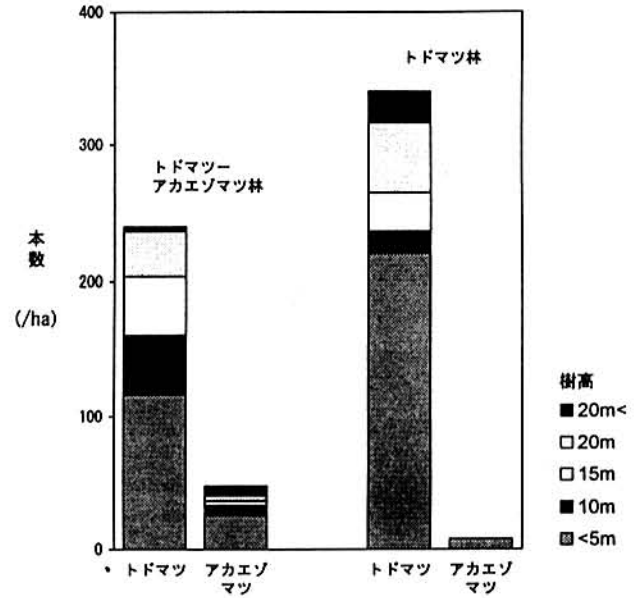


図4 トドマツ-アカエゾマツ林とトドマツ林におけるトドマツ、アカエゾマツの樹高別本数、それぞれ1 ha当たりの本数に換算した

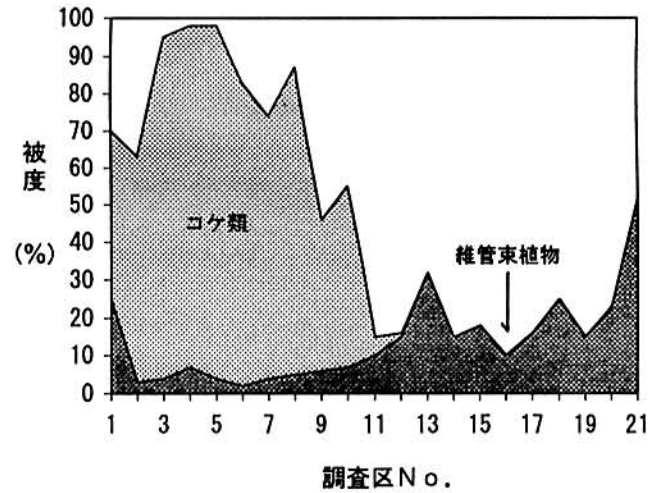


図5 各調査区に設定した1×1 m方形区における林床植物の被度(%)

表1 各調査区に設定した1×1 m方形区内に出現した林床植物の被度(%)から区分した帯状区分の林床植物の群落タイプ、+は被度1%未満を表す

群落タイプ	A										B							C												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21									
方形区 No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21									
維管束植物の出現種数	5	4	4	9	4	2	4	5	5	9	11	12	10	13	13	13	12	12	13	13	12									
コケ類 Moss spp.	44	61	91	91	94	82	70	82	40	48												1								
ヒカゲノカズラ <i>Lycopodium clavatum</i>	1	+	1	2	1		2	2	3	5																				
シラネウラボ <i>Dryopteris expansa</i>				+	+		+																							
ミヤマハンショウヅル <i>Clematis ochotensis</i>				1	2				+	1													+							
ヒメイチゲ <i>Anemone debilis</i>				+																										
ヒカゲスゲ <i>Carex lanceolata</i>							+																							
イネ科の一種 <i>Poaceae sp.</i>	20	+	1	+					+																					
エンレイソウ属の一種 <i>Trillium sp.</i>	+																													
スゲ属の一種 <i>Carex sp.</i>																							+							
ツメクサ属の一種 <i>Sagina sp.</i>							+													+										
コミヤマカタバミ <i>Oxalis acetosella</i>	+	+	+	+	+			+	+	+	+	2	1	2	2	+	+	+	1	3	+									
ヒメカンスゲ <i>Carex conica</i>	+	1	+	+		1		+	+	+	+	+	+	+	1		+	+	+	1	+									
アキノキリンソウ <i>Solidago virgaurea subsp.asiatica</i>				+						1	+	1		+	+	1	+	2	2											
マイヅルソウ <i>Maianthemum dilatatum</i>				+						+	1	+	+	+	2	1	1	+	1	2	+									
トドマツ <i>Abies sachalinensis</i>							+	+												5	20	2	1	+	1	+	+			
ヨブスマソウ <i>Cacalia hastata subsp. orientalis</i>										1												1								
ツバメオモト <i>Clintonia udensis</i>										1	1				2	+	3													
ホザキナナカマド <i>Sorbaria sorbifolia</i>											+																			
コヨウラクツツジ <i>Menziesia pentandra</i>											1																			
オオバスノキ <i>Vaccinium smallii</i>											+																			
ハクサンシャクナゲ <i>Rhododendron brachycarpum</i>																						4								
ナナカマド <i>Sorbus commixta</i>																						+	+							
アカエゾマツ <i>Picea glehnii</i>																						+	+	+						
シナノキ <i>Tilia japonica</i>											+		+		1															
コシアブラ <i>Acanthopanax sciadophylloides</i>																						2								
ハルニレ <i>Ulmus davidiana var.japonica</i>																						+	+	+	+					
オオウメガサソウ <i>Chimaphila umbellata</i>											+													+						
ゴゼンタチバナ <i>Chamaepericlymenum canadense</i>											+	+	5	+	1	+	+	+	+	1										
マルバチャルメルソウ <i>Mitella nuda</i>											+	+			+															
ジンヨウイチヤクソウ <i>Pyrola renifolia</i>											+	2	2	3	1	1	+	+	+	2										
コキンバイ <i>Waldsteinia ternata</i>											+	1		3	1	2	2	1	3	1	+									
スマレ属の一種 <i>Viola sp.</i>																						+	+							
ヤマモミジ <i>Acer amoenum var.matsumurae</i>											+			2	1															
オガラバナ <i>Acer ukurunduense</i>																						+	2	2						
チマキザサ <i>Sasa palmata</i>																										3	30			
フッキソウ <i>Pachysandra terminalis</i>																										+	3	1	1	
コイチヤクソウ <i>Orthilia secunda</i>																										+				
ルイヨウシヨウマ <i>Actaea asiatica</i>																										2				
オシダ <i>Dryopteris crassirhizoma</i>																										15	+	15		
チョウセンゴミシ <i>Schisandra chinensis</i>																										1	3	2		
ツルアジサイ <i>Hydrangea petiolaris</i>																										+				

### 4. 3 腐植層の発達

風穴が多くみられるトドマツ-アカエゾマツ林では、岩れきの上に腐植が堆積しており、土壌の発達はほとんど認められなかった。腐植層は、トドマツ林で非常に厚く、トドマツ-アカエゾマツ林でも4~11cmの厚い腐植層が岩れき上を覆っていた(図6)。腐植層は風穴地に生育する植物の根圏になっていると考えられる。

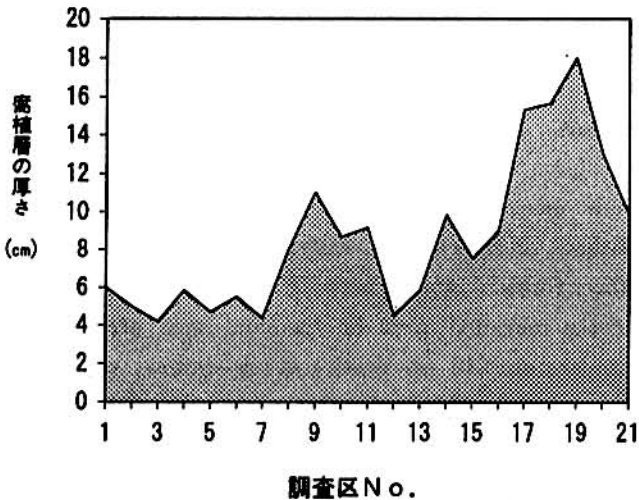


図6 調査区内の腐植層の厚さ

## 5 考 察

風穴植生の特徴として、周辺をアカエゾマツなどの針葉樹林で囲まれていること、ササの侵入が制限されていること、高山性植物が生育し、種構成が単純であること、コケ植物で覆われていることなどがあげられる<sup>1), 5)</sup>。本調査地の植生も、風穴が多く分布している場所は、林床を厚いマット状のコケ類に覆われ、少数の高山性植物が生育する単純なアカエゾマツ-トドマツ林で、風穴植生の特徴を持った植物群落であるといえる。風穴植生は、風穴の直接の効果である低温や過湿に加え、土壌の未発達、酸性にかたむいた貧栄養な腐植層といった生育環境に成立している。このような環境が、風穴地に生育できる種を制限し、群落組成が単純になる主要因と考えられる。

しかし、各地の風穴地、また同じ風穴地内においても場所によって環境条件は微妙に異なり、それに応じて植生も異なった特徴を持つと考えられる。夏期における地下氷や凍土の融解程度の違いは、そこに生育する植物が低温にさらされる期間が異なることを意味し、風穴植生の規模や群落の種組成、出現頻度などに影響を与える<sup>2)</sup>。本調査地の植生は、林床がコケで覆われたアカエゾマツ-トドマツ林からコケ層を伴わないトドマツ林、ササを伴うトドマツ林

へと、風穴地の中心から外へ向かって変化した。これは、最大の風穴から周辺部へと次第に風穴の効果弱まっていることを示すと考えられる。しかし、調査を実施した7月の時点では、風穴からの冷風の吹き出しによる明らかな低温は最大の風穴が存在するNo.5の調査区では認められたが、他の調査区ではほとんど認められなかった。植物の生育期の初期には広い範囲で冷風が吹き出していたが、規模が小さい周辺部の地下凍結層は気温が上昇する夏期になって急速に融解がすすんだと考えられる。

風穴地の地質的特性としては、イソツツジやエゾムラサキツツジなどツツジ科植物が好む酸性土壌を形成する流紋岩及び同質熔結凝灰岩タイプと、特定の植物との結びつきを持たない中性岩である安山岩タイプとが知られている<sup>2), 8)</sup>。本調査地は安山岩質火山岩の集積地であり、トドマツ林にハクサンシャクナゲ、コヨウラクツツジなどが少数みられたものの、ツツジ科植物の優占は認められなかった。

本調査地のアカエゾマツ-トドマツ林の林床植物は、他の風穴地に比べて高山性植物の種数が少なく、いわゆる高山植物はミヤマハンショウヅルのみであった。北海道の他の風穴植生の多くは針葉樹林に周囲が囲まれているものの、風穴地の中心部の最も温度が低い場所は、高木層を欠くイソツツジ群落やハイマツ群落など低木群落になっている場合が多い<sup>2), 8), 13)</sup>。地下の凍土層の規模が大きく、風穴の低温効果が植物の生育期を通して広範囲に及ぶ場合や、特異な地質条件である場合など、植物の生育条件がより限定された風穴地では森林が成立しにくく、ハイマツやイソツツジなどの低木群落が成立すると考えられる。これに対して、地下の凍土層の規模が小さかったり、凍土が夏期に融解し低温効果が季節的である場合には、アカエゾマツ等の針葉樹林が成立し、本調査地のように風穴中心部も高木層で閉鎖される。上部が閉鎖される針葉樹林下では、光を好む陽地性の高山植物の生育が難しく、多様性の低いより単純な植生となるが、上部が閉鎖されない場合には、高山性植物の侵入が可能となり種多様性が高くなると考えられる。本調査地の風穴植生は、針葉樹林によって林冠が閉鎖されているため、コケ類を除く林床植生が非常に単純である点が特徴である。

風穴地は、地下に異常低温層が存在する場所で見られる希少な自然であり、そこに成立する植物群落は、土壌や温度条件などの違いによって構成種が変化する。さらに、本調査地では、氷河期の遺存種といわれるナキウサギが生息しており、生態系としても貴重である。現在、本地域の風穴植生はササなど周辺植物の侵入もなく、良好な状態を保っているが、道路建設や、森林伐採等により地下の低温層が影響を受ければ、維持されなくなる脆弱な自然でもある。風穴地の生態系を維持するためには周辺の森林を含めた保全対策が求められる。

参 考 文 献

- 1) 志保井利夫：北見地方の異常低温地点と地下水、北見論集（北海学園北見大学紀要）、3、141-152（1980）
- 2) 佐藤謙・工藤岳・植村滋：定山溪漁入ハイデの風穴植生、日本生態学会誌、43、91-98（1993）
- 3) 清水長正・山川信之・鈴木由告：ひがし大雪地域における夏期凍結層の確認（I）、ひがし大雪博物館研究報告、10、1-9（1988）
- 4) 志保井利夫：北海道常呂郡留辺蕊町、温根湯つつじ山の風穴について、地学雑誌、83、25-38（1974）
- 5) 鈴木由告・山川信之・清水長正：十勝三股十四之沢の永久凍土上の森林植生、ひがし大雪博物館研究報告、9、1-14（1987）
- 6) 近堂祐弘・野川潔・右谷征靖・瀬川秀良：十勝三股の永久凍土、地団研専報22「十勝平野」、335-341（1978）
- 7) 志保井利夫：北見地方の周氷河現象から一平山の Sorted polygons とオホーツク海岸の Ice-shove Ridges について一、地学雑誌、84、41-52（1975）
- 8) 志保井利夫：北見地方で見られる周氷河地形現象一異常低温地点を中心に一、北見工業大学研究報告、4、303-320（1973）
- 9) 札幌管区气象台：北海道気象月報 平成5年8月、（1993）
- 10) 札幌管区气象台：北海道気象月報 平成5年2月、（1993）
- 11) 札幌管区气象台：北海道気象月報 平成6年2月、（1994）
- 12) 北海道開発庁：5万分の1地質図幅「常元」（1964）
- 13) 北海道：高山性ヒース群落、一般道道静内中札内線道路事業調査計画路線沿い動植物等現況調査報告書、pp.111（1984）

Cool spot vegetation at Mt. Nakayama  
in Oketo Mountains

Yoko Nishikawa  
Masami Miyaki  
and Shigehisa Hori

Vegetation of cool spot area at Mt. Nakayama in Oketo Mountains, Hokkaido, was surveyed by setting a 105 m belt transect. At the central part of the cool spot area, conifer forest of *Picea glehnii* and *Abies sachalinensis* developed. Moss species dominated on basal rocks, and some vascular plants including an alpine - sub alpine species "*Clematis ochotensis*" grew under this forest. *Abies sachalinensis* forest without *Sasa* layer was distributed around the *Picea-Abies* forest. *Abies* forest with *Sasa palmata* grew at the marginal part of the cool spot area. Soil temperature (15 cm depth) at the largest cool spot was 3.6 °C. Those of other cool spots were higher than the largest one, and were not differ from other places on July, suggesting that frozen soil did not remained until early summer. Effects of cool temperature of these cool spots was not so strong to prevent the development of conifer forests because the frozen soil layer do not exist throughout the year. Because the forest floor was closed by canopy, migration of alpine plants which prefer to sunny habitat seemed to be restricted in this area. This might be cause the low species diversity of understory vegetation in comparison with other cool spot areas in Hokkaido.

# 羊ヶ丘白旗山鳥獣保護区の鳥類リストについて

富沢昌章

## 要 約

札幌市羊ヶ丘白旗山鳥獣保護区において1993年6月から1994年5月にかけて鳥類のセンサスを実施し、鳥類リストを作成した。留鳥19種、夏鳥25種、旅鳥6種、冬鳥7種の合計57種を記録した。広葉樹天然林には留鳥や夏鳥が31種（全体の70%）と多くみられた。一方、トドマツ人工林などの常緑針葉樹林では種類数は少なかったが、ヒガラ、ククイタダキなどの針葉樹を好む種類が優占し、溪流が流れる急峻な地形の場所ではエゾムシクイ、キセキレイ、ミソサザイ、オオルリなどが優占していた。当保護区の鳥類の種類数は低標高地の広葉樹天然林を主体に設定された他地域の鳥獣保護区で記録された鳥類の種類数とほぼ等しかった。

鳥類リスト作成のための調査路の配置にあたっては、種数が最多の広葉樹天然林、特有な種類が生息する常緑針葉樹林（人工林も含む）や溪流沿いや急峻な地形を含むように調査路を設定する必要がある。

調査時期としては夏鳥と留鳥の繁殖期である5月から6月が第一に重要であり、旅鳥では4月と10、11月、冬鳥では12、1、2月が有効である。実際に今回の調査で4、6、10、1月に記録された種類数を集計すると52種になり、全体の91%を占めていた。また、全ての時期において最低2.0kmの調査路を設定する必要がある。

## 1 はじめに

鳥獣保護区は森林鳥獣生息地、大規模生息地、集団渡来地、集団繁殖地、特定鳥獣生息地、誘致地区、愛護地区の7種類の保護区に区分されている。これらのうちで、森林鳥獣生息地の保護区は北海道に225箇所数（全体の67%）、面積200,982ha（全体の49%）と箇所数、面積とも最も多く設定されている<sup>1)</sup>。

森林鳥獣生息地の保護区は多種類の鳥獣類の保護を目的としているので、その保護区設定の効果を評定する手法として鳥類の種類数の豊富さを用いることが考えられる。そこで、今回は森林鳥獣生息地の保護区として設定された羊ヶ丘白旗山鳥獣保護区において森林性鳥類の生息状況調査を実施し、鳥類リストを作成して保護区の評価を行った。あわせて、より効率の良い調査手法について検討した。

## 2 調査地と調査方法

調査地の羊ヶ丘白旗山鳥獣保護区は札幌市の南東部に位置し、面積2,368haである（図1）。鳥獣保護区内の森林はミズナラ、ハルニレ等の大径木がある落葉広葉樹天然林、ヤチダモを中心にした河畔林、山火事後に中小径木のシラカンバが成林している山火再生林があるほかに、カラマツ人工林、トドマツ人工林も存在する比較的多様な環境を形成している。標高は140mから300mと平坦であるが、河畔林内には小川が流れ、一部には隣接して急峻な地形が見られる。生息数調査には森林性鳥類の一般的な調査方法であ

る線センサス法を用い、調査路として広葉樹天然林に3.2km、湖畔林に2.7km、山火再生林に1.4km、トドマツ人工林に2.0km、カラマツ人工林に1.2kmの5箇所を設定した。線センサス法では調査路を時速1.5~2.0km程度で歩きながら、調査路の片側それぞれ25m、計50mの範囲に出現する鳥類を8倍の双眼鏡を用いて観察し、種類と個体数を記録した。なお、調査帯外に出現した鳥類についても、種類だけを記録した。調査は1993年6月から1994年5月までの各月に1回ずつ、計12回実施した。鳥獣保護区内には旧水源地も含まれ、ここには水鳥類も飛来していたが調査対象から除外した。



図1 調査地(羊ヶ丘白旗山鳥獣保護区)位置

表1. 観察された鳥類の種類と場所

No.	種名	学名	移動 習性	広葉樹 天然林	河畔林	山火 再生林	トドマツ 人工林	カラマツ 人工林
1	ハイタカ	<i>Accipiter nisus</i>	T		○		○	○
2	トビ	<i>Milvus migrans</i>	R		○	○		
3	ノスリ	<i>Buteo buteo</i>	T	○	○		○	
4	エゾライチョウ	<i>Bonasa bonasia</i>	R				○	
5	アオシキ	<i>Gallinago solitaria</i>	W		○			
6	アオバト	<i>Treron sieboldii</i>	S	○	○			
7	キジバト	<i>Streptopelia orientalis</i>	S	○		○		
8	ジュウイチ	<i>Cuculus fugax</i>	S				○	
9	ツツドリ	<i>C. saturatus</i>	S	○	○			
10	ハリオアマツバメ	<i>Hirundapus caudacuta</i>	S			○		
11	コゲラ	<i>Picoides kizuki</i>	R	○	○	○	○	○
12	アカゲラ	<i>P. major</i>	R	○	○	○	○	○
13	オオアカゲラ	<i>P. leucotos</i>	R	○				
14	クマゲラ	<i>Dryocopus martius</i>	R		○			
15	ヤマゲラ	<i>Picus canus</i>	R	○		○		
16	アリスイ	<i>Jynx torquilla</i>	S		○			
17	キセキレイ	<i>Motacilla cinerea</i>	S		○			
18	ヒヨドリ	<i>Hypsipetes amaurotis</i>	R	○	○	○	○	○
19	ミソサザイ	<i>Troglodytes troglodytes</i>	W	○	○	○	○	○
20	コルリ	<i>Erethacus cyane</i>	S	○			○	
21	ルリビタキ	<i>E. cyanurus</i>	T	○	○	○	○	○
22	トラツグミ	<i>Zoothera dauma</i>	S		○			○
23	クロツグミ	<i>Turdus cardis</i>	S	○	○	○	○	○
24	アカハラ	<i>T. chrysolaus</i>	S	○	○	○		○
25	シロハラ	<i>T. pallidus</i>	T		○	○		○
26	マミチャジナイ	<i>T. obscurus</i>	T	○	○			
27	ツグミ	<i>T. naumanni</i>	W	○		○	○	○
28	ヤブサメ	<i>Cettia squameiceps</i>	S	○	○	○	○	○
29	ウグイス	<i>C. diphone</i>	S	○	○	○	○	○
30	エゾムシクイ	<i>Phylloscopus tenellipes</i>	S		○			
31	センダイムシクイ	<i>P. coronatus</i>	S	○	○	○	○	○
32	キクイタダキ	<i>Regulus regulus</i>	R	○	○	○	○	○
33	キビタキ	<i>Ficedula narcissina</i>	S	○	○	○	○	○
34	ムギマキ	<i>F. mugimaki</i>	T	○				
35	オオルリ	<i>Cyanoptila cyanomelana</i>	S	○	○		○	
36	コサメビタキ	<i>Muscicapa latirostris</i>	S	○		○		
37	エナガ	<i>Aegithalos caudatus</i>	R	○	○	○	○	○
38	ハシブトガラ	<i>Parus palustris</i>	R	○	○	○	○	○
39	コガラ	<i>P. montanus</i>	R	○	○	○	○	○
40	ヒガラ	<i>P. ater</i>	R	○	○	○	○	○
41	シジュウカラ	<i>P. major</i>	R	○	○	○	○	○
42	ヤマガラ	<i>P. varius</i>	R	○	○	○	○	○
43	ゴジュウカラ	<i>Sitta europaea</i>	R	○	○	○	○	○
44	キバシリ	<i>Certhia familiaris</i>	R	○	○			○
45	メジロ	<i>Zosterops japonicus</i>	S	○		○	○	○
46	ホオジロ	<i>Emberiza cioides</i>	S		○			
47	アオジ	<i>E. spodocephala</i>	S	○	○	○	○	○
48	アトリ	<i>Fringilla montifringilla</i>	W			○	○	○
49	カワラヒワ	<i>Carduelis sinica</i>	S	○	○	○		○
50	マヒワ	<i>C. spinus</i>	W	○	○	○	○	○
51	ベニマシコ	<i>Uragus sibiricus</i>	S		○	○		
52	ウソ	<i>Pyrrhula pyrrhula</i>	W	○	○	○	○	
53	シメ	<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	R		○		○	
54	イカル	<i>C. personatus</i>	S	○		○	○	○
55	ニューナイズメ	<i>Passer rutilans</i>	S		○			
56	カケス	<i>Garrulus glandarius</i>	W	○	○	○	○	○
57	ハシブトガラス	<i>Corvus macrorhynchos</i>	R	○	○	○	○	○
	種類数	合計	57	40	45	36	34	32
		留鳥	19	15	15	14	14	13
		夏鳥	25	16	20	14	11	11
		旅鳥	6	4	5	2	3	3
		冬鳥	7	5	5	6	6	5

移動習性 R:留鳥 S:夏鳥 T:旅鳥 W:冬鳥



### 3 調査結果と考察

#### 3.1 鳥類リスト

鳥獣保護区内の5箇所の森林では留鳥19種、夏鳥25種、旅鳥6種、冬鳥7種の合計57種が記録された(表1)。羊ヶ丘白旗山鳥獣保護区内に含まれる西岡水源地区では日本野鳥の会札幌支部により毎月定例の探鳥会が実施されている。1993年の1年間に探鳥会で記録された鳥類は66種であったが<sup>2)</sup>、このうち6種は水鳥類である。水鳥類6種を除く60種は今回確認された57種と非常に近い数字であり、また47種は共通して記録されている。探鳥会で記録され今回確認できなかったのは、森林性ではないカッコウ、ハクセキレイ、スズメ、ムクドリ<sup>3)</sup>の4種と、オオタカ、マミジロ、クロジ、イスカ、キレンジャクなど1回記録されただけの9種の旅鳥もしくは冬鳥である。このことから、今回作成した鳥類リストは留鳥と夏鳥の種類数に関しては十分なものであるが、旅鳥と冬鳥については不足が生じている可能性が高いと考えられる。これは留鳥と夏鳥が繁殖期に定住的に生息しているのに対して、旅鳥と冬鳥が秋から冬に一時

的に不規則に飛来しているためと考えられる。

定例の探鳥会は月1回実施され、必ずしも一定のルートを移動するわけではなく、特に冬期には積雪のために観察する場所は限られる。しかしながら、定例の探鳥会では60種が記録されていることから、鳥獣保護区の鳥類リストの作成には有効であると考えられる。

羊ヶ丘白旗山鳥獣保護区で記録された鳥類の種類数を同様の低標高地の広葉樹天然林を主体とした森林に設定された鳥獣保護区において記録された種類数と比較した(表2)。年間を通して調査が実施されている北大苫小牧演習林<sup>3), 4)</sup>と新得山<sup>5)</sup>ではそれぞれ61種、60種が記録され、今回確認された57種と似通っている。また、春から夏のみ調査が実施されているため旅鳥、冬鳥が記録されていない利根別<sup>6)</sup>、九大演習林<sup>7)</sup>、歌才<sup>8)</sup>では、留鳥と夏鳥が合わせて32~40種が記録され、本調査と同等か少ない傾向にあった。このように、羊ヶ丘白旗山鳥獣保護区で記録された種類数は他の地域と比較して同等か多い傾向にあり、低標高地の広葉樹天然林を主体とした森林に設定された鳥獣保護区としては重要であると考えられる。

表2. 各鳥獣保護区の種類数の比較

	羊ヶ丘 <sup>1)</sup> 白旗山	北大苫小 <sup>2), 3)</sup> 牧演習林	新得山 <sup>4)</sup>	利根別 <sup>5)</sup>	九州大学 <sup>6)</sup> 演習林	歌才 <sup>7)</sup>
合計	57	61	60	39	40	32
留鳥	19	23	19	16	13	12
夏鳥	25	27	31	23	27	20
旅鳥	6	2	5	—	—	—
冬鳥	7	9	5	—	—	—

出典：1) 本調査 2) 石城・松岡(1972) 3) 石城・松岡・小川(1973)

4) 藤巻(1970) 5) 鈴木・斉藤・斉藤(1972) 6) Fujimaki(1982)

7) 鈴木・由井・伊達(1991)

#### 3.2 調査方法の検討

次に、鳥類リストを作成するために効率的な調査手法を、調査地の選定、調査時期、調査距離について検討した。

##### 3.2.1 調査路の配置

広葉樹天然林、山火再生林、トドマツ人工林、カラマツ人工林の4箇所の森林で留鳥、旅鳥、冬鳥の種類数を比較したところ大きな差がみられなかった。しかし、夏鳥の種類数は林相によって異なり、広葉樹天然林、河畔林、山火再生林でそれぞれ15種、18種、16種と多く、トドマツ人工林とカラマツ人工林ではそれぞれ11種、12種と比較的少なかった(表1)。一方、月別にみると留鳥では林相によって違いが認められ、広葉樹天然林とトドマツ人工林では年間を

通じて比較的多く記録されたが、山火再生林とカラマツ人工林では特に5月から10月に少なかった(表3)。

繁殖期に北海道の広葉樹天然林では約40種が記録されているのに対して<sup>3), 5), 6)</sup>、トドマツ人工林、カラマツ人工林ではこれに比べて種類数、個体数とも少ないことが報告されている<sup>3), 5)</sup>。本調査においても山火再生林とカラマツ人工林では春から夏に留鳥が少なく、カラマツ人工林ではさらに夏鳥も少ない(表2)など、従来の報告と同様の傾向が認められた。このようなことから、鳥類のリストを効率よく作成するためにはまず第一に広葉樹天然林に調査路を設定することが必要である。今回の調査でも広葉樹天然林では40種が記録され、全体の70%を占めていた。

一方、針葉樹林や溪流沿いや急峻な地形の場所ではそこに特有な種が生息する。針葉樹林ではヒガラ、キクイタダキ等の針葉樹を好む種類が優占することが報告されており<sup>9)、10)</sup>、針葉樹人工林でも同様の傾向が認められている<sup>11)</sup>。本調査でもこれらの種類は広葉樹天然林では生息数が少なく、トドマツ人工林では優占種となっていた。これらの種類の鳥類をリストイングするためには、トドマツ人工林など常緑針葉樹を主体とする森林にも調査路を設定する必要がある。なお、針広混交林では広葉樹林および針葉樹林の双方に生息する種類が記録されているので<sup>11)</sup>、調査路を1箇所設定すればよい。

キセキレイ、オオルリ、エゾムシクイは河畔林のみで記録された。ただし、オオルリについては河畔林と隣接する広葉樹天然林やトドマツ人工林においても記録された。地形が入り組み、溪流が流れる場所では崖地を好むエゾムシクイ、溪流沿いに生息するキセキレイ、ミソサザイ、オオルリが優占していることが報告されている<sup>13)、14)、15)、16)</sup>。今回の調査地においても河畔林には小川が流れており、一部には隣接して急峻な地形が存在した。このことがキセキレイ、オオルリ、エゾムシクイの3種が湖畔林及びその隣接地で記録されたことの原因と考えられる。そのため、鳥獣保護区内に溪流が流れる場所や急峻な地形が存在する場合にはこれらの場所に調査路を設定することが必要である。

### 3.2.2 調査時期

留鳥は年間を通してキツツキ類、カラ類などの19種が記録されたことから、調査時期を特定する必要がない。一方、

夏鳥、旅鳥、冬鳥は飛来時期が限定されているため、それらに対応させる必要がある(図2)。

夏鳥は4月から11月までに25種が記録され、5月には最大の18種が、6月にも17種が記録された(表3)。5、6月にはヤブサメ、センダイムシクイ、キビタキ、アオジなどのさえずりによる記録個体数も多く(表4)、調査時に確認する事が容易になる。一方、7、8月には夏鳥のさえずりによる記録も観察個体数も少なかった(表4)。この時期は繁殖期の終わりにあたり、さえずり活動が減少することにより確認されにくいためと考えられる。夏鳥は4月にはまだ全ての種類が飛来しておらず、9月以降にはすでに繁殖を終了して越冬地への渡りが始まっていると考えられる。

本州で実施された鳥類のセンサスで7月以降は繁殖が大半終了し、記録率(単位距離あたりの観察個体数)が低くなっているため、5月下旬から6月一杯に調査を実施することが望ましいとことが報告されている<sup>17)</sup>。

北海道の鳥類相の特色として、本州と比較して夏鳥と旅鳥の種類数が多く、一方冬鳥が少ないことが知られている<sup>18)</sup>。繁殖期には夏鳥とともに留鳥が記録されるが、今回の調査で留鳥と夏鳥は合計44種が記録され、全体の77%を占めていた。このため、夏鳥と留鳥の観察のためには繁殖期の5月から6月に実施することが必要である。

次に旅鳥であるが、ルリビタキ、シロハラ、ムギマキの3種は4、5月に、マミチャジナイは10、11月にそれぞれ記録された。また、ノスリは4月と8月に、ハイタカは8

表3. 月別記録種類数

		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	合計
広葉樹天然林	留鳥	10	12	9	5	10	7	10	9	10	11	10	8	15
	夏鳥	2	14	11	10	6	1	2	0	0	0	0	0	15
	旅鳥	3	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	4
	冬鳥	1	0	0	0	0	0	1	0	1	4	0	0	5
	合計	16	27	20	15	17	8	14	9	11	15	10	8	39
河 畔 林	留鳥	8	8	8	5	9	5	7	8	5	9	6	6	15
	夏鳥	6	11	8	7	7	3	3	1	0	0	0	0	18
	旅鳥	0	2	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	5
	冬鳥	0	3	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	5
	合計	14	24	16	12	19	8	11	10	6	9	6	6	43
山 火 再 生 林	留鳥	10	5	3	6	6	0	5	10	4	7	6	8	14
	夏鳥	5	8	5	7	5	1	2	1	0	0	0	0	16
	旅鳥	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	冬鳥	5	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	6
	合計	22	13	8	13	11	1	7	11	4	10	8	8	38
トドマツ人工林	留鳥	12	13	7	6	9	7	9	10	9	9	10	9	14
	夏鳥	2	10	8	5	3	0	2	0	0	0	0	0	11
	旅鳥	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	3
	冬鳥	3	0	0	0	0	1	2	2	0	3	3	2	6
	合計	19	23	15	11	12	8	14	13	9	12	13	11	34
カラムツ人工林	留鳥	8	7	2	2	1	0	5	8	8	7	7	10	13
	夏鳥	3	8	7	2	1	0	1	0	0	0	0	0	12
	旅鳥	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3
	冬鳥	2	0	0	0	0	0	1	1	1	2	1	0	5
	合計	14	16	9	4	2	0	8	9	8	9	8	10	33
全 体	留鳥	13	15	15	10	14	13	14	14	13	14	13	12	19
	夏鳥	8	18	17	14	10	3	5	2	0	0	0	0	25
	旅鳥	3	2	0	0	2	0	3	1	0	0	0	0	6
	冬鳥	5	0	0	0	1	1	1	3	4	5	5	2	7
	合計	29	35	32	24	27	17	23	20	17	19	18	14	57

月と10、11月に記録された。このように、旅鳥は春の渡りの時期（4～5月）と、秋の渡りの時期（10～11月）では飛来する種類に違うことから、両方の時期に調査を実施する必要がある。冬鳥は主に11月から4月に7種が記録され、このうち、特に12～2月には4～5種と記録された種類が多いことから（表3）、この時期が冬鳥の調査時期としては有効である。

以上のことから年間を通して調査を実施できる場合は、4月に1回、5、6月に1回、10、11月に1回、12、1、2月に1回の合計4回実施することが必要である。実際に今回の調査で4、6、10、1月に記録された種類数を集計すると52種になり、全体の91%を占めている。

表4. さえずりによる記録個体数の変化  
カッコ内は全観察個体数を示す

	5月	6月	7月	8月
ヒヨドリ	1(23)	15(26)	1(26)	9(29)
ヤブサメ	32(33)	72(80)	12(15)	0(12)
センダイムシクイ	25(28)	16(16)	0( 8)	3(23)
キビタキ	7(16)	44(46)	6( 7)	0( 0)
ハシブトガラ	1(16)	0( 7)	0(21)	0(16)
シジュウカラ	12(35)	18(40)	1(29)	0(36)
アオジ	12(28)	13(15)	3(19)	0( 2)
カワラヒワ	4(23)	2( 3)	0( 4)	0( 1)

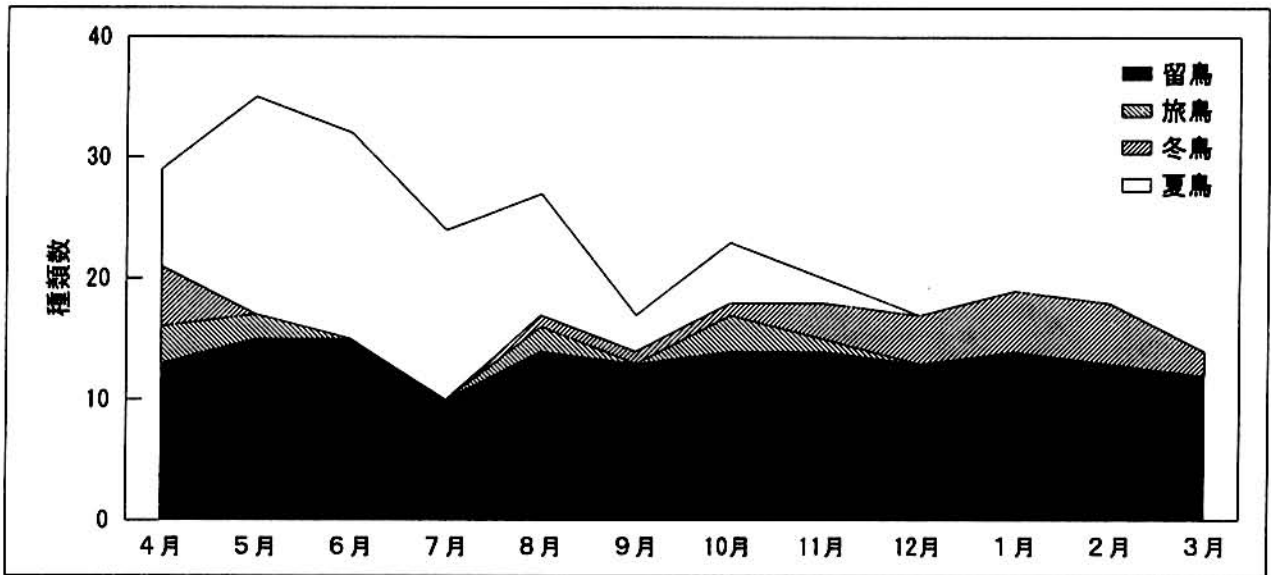


図2 月別の記録種類数

### 3.2.3 調査距離

調査距離と種類数との関係を比較的調査距離の長い広葉樹天然林、河畔林、トドマツ人工林の3箇所の森林で4、6、10、1月の4回について検討した。4、6月には広葉樹天然林、河畔林、トドマツ人工林とも調査距離がそれぞれ2.0km、2.5km、1.0kmを越えると種類数は頭打ちになっていた(図3)。10月にも河畔林、トドマツ人工林では同様の結果であり、広葉樹天然林でも種類数が頭打ちになるまでの調査距離が2.0kmから2.5kmにのびただけであった

(図3)。一方、1月には種類数は頭打ちにならなかった。これは留鳥と夏鳥が繁殖期に定住的に生息しているのに対して、旅鳥や冬鳥は秋から冬に不規則に飛来していることが原因であると考えられる。このように調査距離は4、6、10月には2.0km以上を設定することで必要であり、それにより記録される種類数は十分なものになる。しかし、1月には冬鳥が不規則に飛来するために調査距離を2.0km以上設定しても十分なものとはならない。

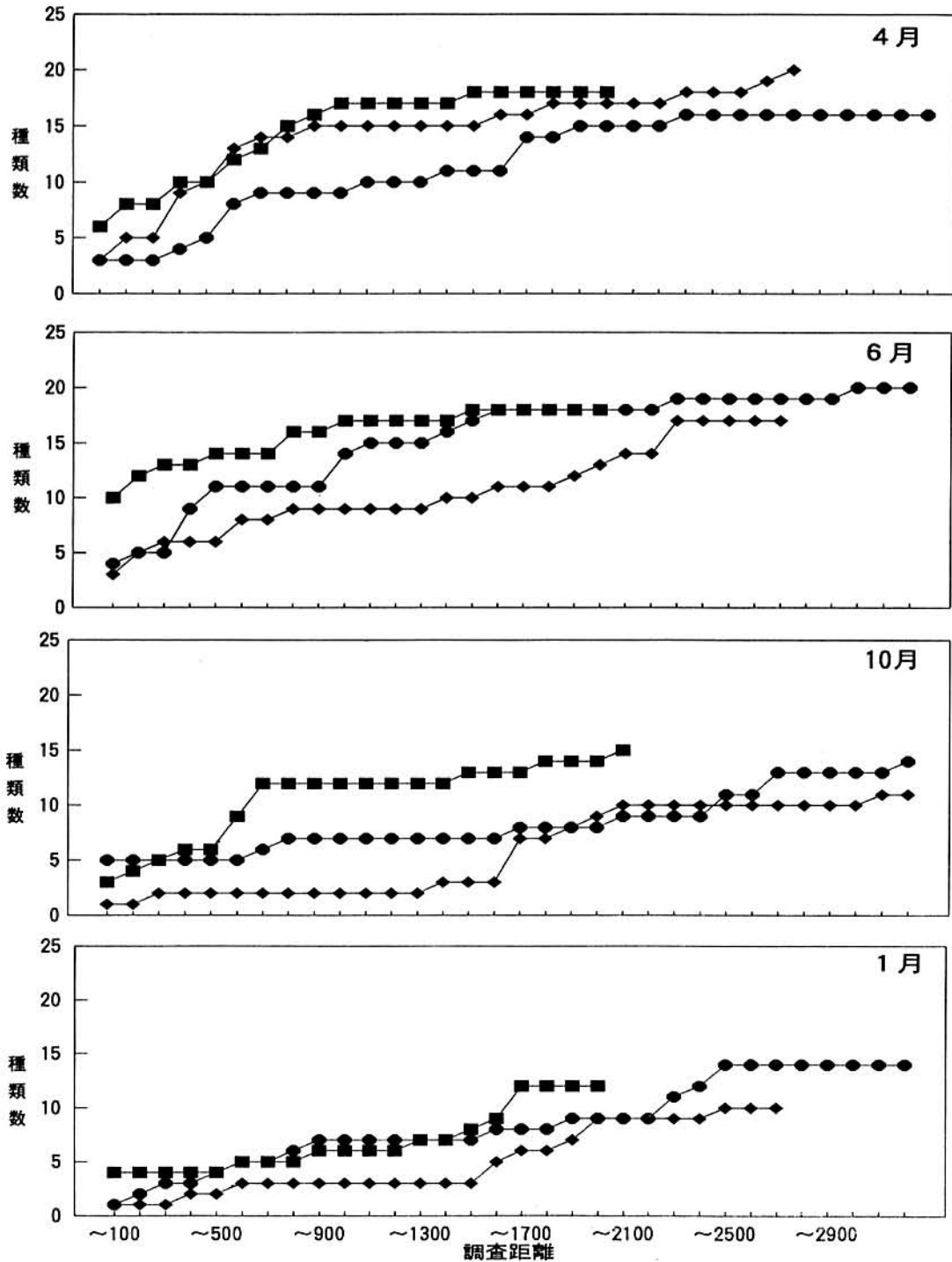


図3 調査距離と種類数との関係  
 ●：広葉樹天然林 ◆：河畔林 ■：トドマツ人工林

## 4 おわりに

今回の調査で鳥類リストは旅鳥や冬鳥の種類数にやや不足が生じていると考えられ、調査時期、調査距離についても旅鳥や冬鳥が飛来する時期に不十分な点があった。しかし、鳥類リストは多少不完全でもより多くの鳥獣保護区で同時期に作成することも重要であり、そのためにはより少ない回数で効率的に調査を実施することが必要である。このような観点から旅鳥や冬鳥の種類数については今回は問題としなかった。

今後、多くの鳥獣保護区で鳥類リストを作成し比較することにより、それぞれの鳥獣保護区を評価し、どのような環境に鳥獣保護区を設定することが効果的なのかを検討する必要がある。

## 参考文献

- 1) 北海道、北海道環境白書'95.222pp(1995)
- 2) 富沢昌章・住友順子：'93年度札幌支部探鳥会鳥類リスト。日本野鳥の会札幌支部報 151:4-8 (1994)
- 3) 石城謙吉・松岡茂：北海道大学苫小牧地方演習林の鳥類相 その1。広葉樹天然林と針葉樹人工林における夏期の種構成と生息密度、北海道大学農学部演習林研究報告 29:43-54 (1972)
- 4) 石城謙吉・松岡茂・小川巖：北海道大学苫小牧地方演習林の鳥類相 その2。広葉樹天然林と針葉樹人工林における冬期の種構成と相対密度、北海道大学農学部演習林研究報告 30:55-68 (1973)
- 5) 藤巻裕蔵：北海道十勝地方の鳥類1 新得山とその付近の鳥類。山階鳥類研究所研究報告 12:40-51(1970)
- 6) 鈴木徳司・斉藤新一郎・斉藤満：岩見沢地方の天然生落葉広葉林における繁殖期の鳥類群衆。北海道林業試験場報告 21:95-103 (1972)
- 7) Yuzo Fujimaki, Breeding Bird Community of *Quercus mongolica* Forest in Eastern Hokkaido, Japan. Jap.J.Ornithol.37:69-75 (1988)
- 8) 鈴木祥悟・由井正敏・伊達功：北限地帯ブナ林の繁殖期の鳥類群衆。Strix 10:213-218 (1991)
- 9) 富沢昌章・島田明英：イソサンプリの鳥類。「すぐれた自然地域」自然環境調査報告書(道北圏域 道央圏域)。北海道環境科学研究センター:6-7 (1994)
- 10) 富沢昌章・島田明英：北大天塩・中川演習林の鳥類。「すぐれた自然地域」自然環境調査報告書(道北圏域 道央圏域)。北海道環境科学研究センター:165-168 (1994)
- 11) 藤巻裕蔵：北海道中央部における天然林と人工林の鳥類相の比較。北海道林業試験場報告 8:41-51(1972)
- 12) Yuzo Fujimaki and Muneo Hikawa, Bird Community in a Natural Mixed Forest in Central Hokkaido during Breeding Season. J.Yamashina Inst. Ornith. 14:206-213 (1982)
- 13) 島田明英・富沢昌章：平山周辺の鳥類。「すぐれた自然地域」自然環境調査報告書(大雪山・日勝圏域)。北海道環境科学研究センター:251-253 (1995)
- 14) 富沢昌章：漁川の鳥類。「すぐれた自然地域」自然環境調査報告書(道南圏域 道央圏域)。北海道環境科学研究センター:83-87 (1993)
- 15) 富沢昌章・島田明英：ポリヌプリ周辺の鳥類。「すぐれた自然地域」自然環境調査報告書(道北圏域道央圏域):177-179 (1994)
- 16) 富沢昌明・島田明英語：留真の鳥類。「すぐれた自然地域」自然環境調査報告書(大雪山・日勝圏域)。北海道環境科学研究センター:92-96 (1995)

- 17) 由井正敏：森林原野性鳥類のライセンサス法の研究IV  
記録率の時期的変化. 山階鳥類研究所研究報告12:37-  
43 (1976)
- 18) 松田道生：野鳥の調査バードカウント入門. 東洋出版  
社:217 (1985)

### **Birds List in Hitujigaoka Wild life Protected Area**

**Masaaki Tomizawa**

Survey on birds were carried out in Hitujigaoka Wild life Protected Area at Sapporo, from June 1993 to May 1994, drawn up the Birds List. Fifty-Seven species of birds including 19 residents, 25 summer visitors, 6 transients and 7 winter visitors were recorded. In the broad-leaved forest, residents and summer visitors were dominant, on the other hands, *Parus ater*. and *Regulus regulus* were dominant in the needle-leaved forest for example Sakhalin fir plantation and *Motacilla cinerea*, *Troglodytes troglodytes*, *Phylloscopus tenellipes*, *Cyanoptila cyanoptila* were dominant near the stream and the steep land. In comparing this study areas and similar broad leaved forest at low altitude in Hokkaido, the number of bird species were equal to others.

It is examined effective census methods of census area, census season and census distance for Bird List. It is censused in the broad-leaved forest recorded most bird species, in the needle-leaved forest and near the stream and the steep land where characteristic species inhabit.

It is important for residents and summer visitors to census during breeding season from May to June, effectively for transients in April, October and November, and effectively for winter visitors in December, January and February Fifty-two species of birds were recorded in total census in January April, June and October. Census distance are over 2km at least all season.