

沿岸海域における水質汚濁機構の解明 (Ⅱ)

— 環境基準設定水域の水質評価 —

福山 龍次 有末 二郎 棗 庄輔 斉藤 修

要 約

沿岸海域の水質は、海流や流入する陸水に影響を受け、その程度は地形、海況（海流、吹送流等）集水域の土地利用状況、気象（積雪、降雨）等の因子に支配されると考えられる。これらの因子が異なる道内の沿岸海域について既存データを解析し、海域毎の水質の特徴を調べた。

北海道周辺部の代表的な5海域（オホーツク海；稚内海域、網走海域、太平洋；室蘭、津軽海峡；函館海域、日本海；小樽海域）の常時監視水質データを解析した結果、次の点が明らかとなった。

- ① 北海道の沿岸海域は、ここ数年、全体的にCOD濃度が増加傾向を示し、一部の海域では濃度変動が大きいたことが統計解析から示された。
- ② 各海域とも、降雨量と塩分濃度の関係から、陸水の影響を受け、その度合いは、地形、集水面積及び降雨量等に支配されていることが示唆された。また、降雨量増加に伴う海域の水質(COD)の変化も海域で異なり、海域毎の水質の特徴が示された。
- ③ T-NとT-Pの関係は、全体的には沿岸部（B・C類型水域）でやや相関が見られるものの沖合の水域（A類型水域）では認められず、N、Pも陸水による沿岸部への影響が推察された。

以上の結果より、沿岸海域の水質は徐々に汚濁が進行していること、また、解放系水域よりも半閉鎖系水域が陸水の影響を強く受けていること、さらに、陸水の拡散範囲は降雨等による河川流量の増加が大きく影響しており、集水面積の大きさによる汚濁の変動も示唆された。

Key words : 水質汚濁、降雨量、海洋汚染、沿岸海域

1 はじめに

海域の水質汚濁の状況を把握するためには長期にわたる観測と、これらの結果を基に必要な因子を加味したデータ解析が不可欠である。汚濁源や海域での汚濁物質の挙動は豊富なデータ量と有効な解析手法から把握することが可能となる。沿岸海域の水質汚濁機構を解明するためには沿岸流はもとより陸水の影響を十分に考慮する必要がある。特に、海域に流入する陸水の拡散範囲やその方向性は、主に、陸水流量と海流及び河口周辺部の地形によって決定されると考えられるため、陸水流量を左右する流域面積や気象データ、流向・流速を決定する循環流と沿岸流及び地形に関するデータを基に統計解析を行う必要がある。従って、沿岸海域で起こっている汚濁現象のメカニズムを解明するためには膨大なデータと労力を必要とする。今回、道内の各海域の水質や陸水の拡散状況を、既存の常時監視のデータを基に、地形、集水面積及び気象（降雨等）について比較検討した結果、水域毎の水質特性から道内沿岸海域における水質の挙動や汚濁機構の一部が明らかとなった。

2 解析内容

各海域の水質について、常時監視データを基に下記の統計解析を行い、各海域の水質の特徴や変化を調べた。

2. 1 水質の変動：過去20年間のデータを3期間に分類し、統計処理を行い、累積相対度数とCODの関係から水質の変化を調べた。

2. 2 陸水の海域への影響：陸水の海域での拡散範囲や度合いをみるため、降雨量と陸水指標としての塩分の関係と降雨量とCODの関係を調べた。

2. 3 栄養塩類：T-NとT-Pの関係から海域の特徴を調べた。

3 結果及び考察

3. 1 対象海域及び対象水域（地点）

対象海域は図1に示したとおり、北海道周辺部の代表的な5海域（オホーツク海；稚内海域、網走海域、太平洋；室蘭、津軽海峡；函館海域、日本海；小樽海域）で、環境基準設定水域の内、陸岸からの距離による影響をみるため、

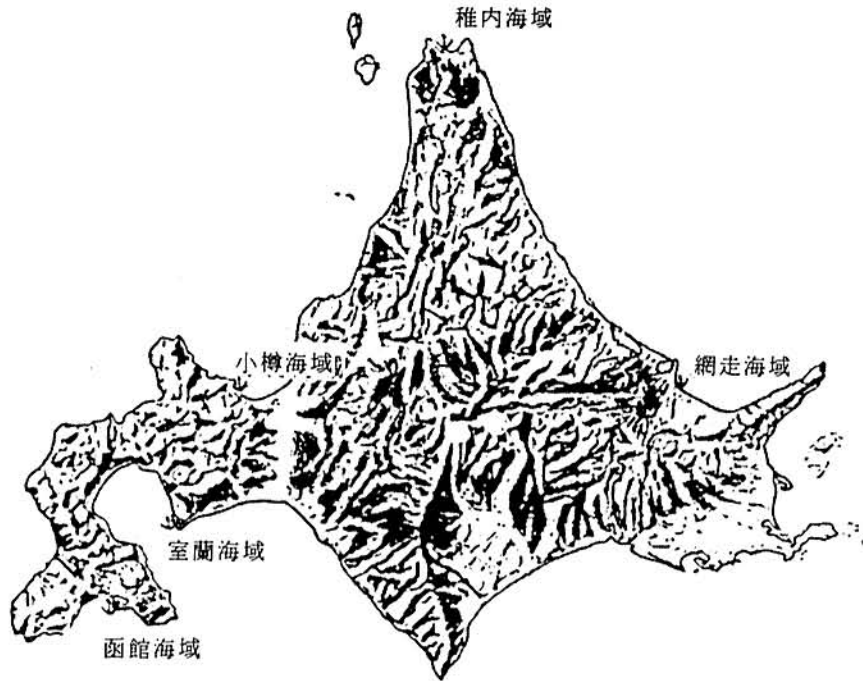


図1 調査対象海域（環境基準設定水域）

沖合のA類型水域及び沿岸部のB、C類型水域の代表地点各1地点とした。

3.2 各海域の水質（COD）変動

各海域の20年間の水質の変動を累積相対度数とCOD濃度の関係から求めた（図2参照）。これらの関係を'73.4～'84.3、'84.4～'89.3及び'89.4～'94.3の3期間に分けてみると、網走海域st-7（B類型）と函館海域st-3（A類型）、st-4（C類型）で'89.4以降の累積相対度数50%の値が高濃度側に移動している。これは明らかに、水質汚濁が進行していることを示唆する。また、小樽のst-5（C類型）で'89以降、傾きが大きくなっているがこれは濃度のばらつきが多いことを示しており、水質が何らかの影響によって大きく変動していることが推察される。室蘭、稚内両海域は期間毎の変動に明確な差は認められないが稚内海域のst-6（C類型）は、'89以降の相対度数50%値が低濃度側に移動し、傾きも小さいことから汚濁が沈静化していることが推察される。従って、本道沿岸海域の水質汚濁は全般的には僅かながら進行し、海域毎に汚濁のメカニズムが異なっていることが推察される。

3.3 陸水の海域への影響

陸水の海域への影響をみるため、塩分濃度を指標項目に海域での淡水の拡散状況を調べた。降雨量による影響が予測されるため測定時前7日間の降雨量と塩分濃度の関係、

及び降雨量とCODの関係をそれぞれ図3に示した。北海道でも有数の網走川が流入する網走海域と集水面積の広い函館海域ではA、B・C類型水域とも降雨量に比例して塩分濃度の低下が認められるが、流域面積の小さい室蘭、稚内海域では陸水の影響は明確には認められない。また、小樽海域は各水域とも降雨量に比例してCOD低下が認められるのに対し、函館海域は降雨量40mm以上では大半がCOD 2mg/l以上で、A類型水域では度々基準超過しており、両海域で陸水影響の様相が異なる。この理由としては流入する陸水の成分（懸濁態、溶存態成分）の違い等が推測される。いずれにせよ、陸水の海域での拡散は、主に、流入流量に支配されており、降雨と融雪が流量変動の主因子と考えられる。

3.4 栄養塩類

一次生産量を抑制する栄養塩類の供給源は、主に海流と河川と考えられる。各海域のT-NとT-Pの関係を図4に示した。沿岸部のB・C類型地点のうち、特に、小樽海域と網走海域でやや相関が認められるが、沖合のA類型水域ではほとんど関係は認められない。陸水の影響を受けやすい水域でのこの関係は陸水との関係を示唆する。また、T-N、T-Pともに小樽海域が高い濃度を示している。

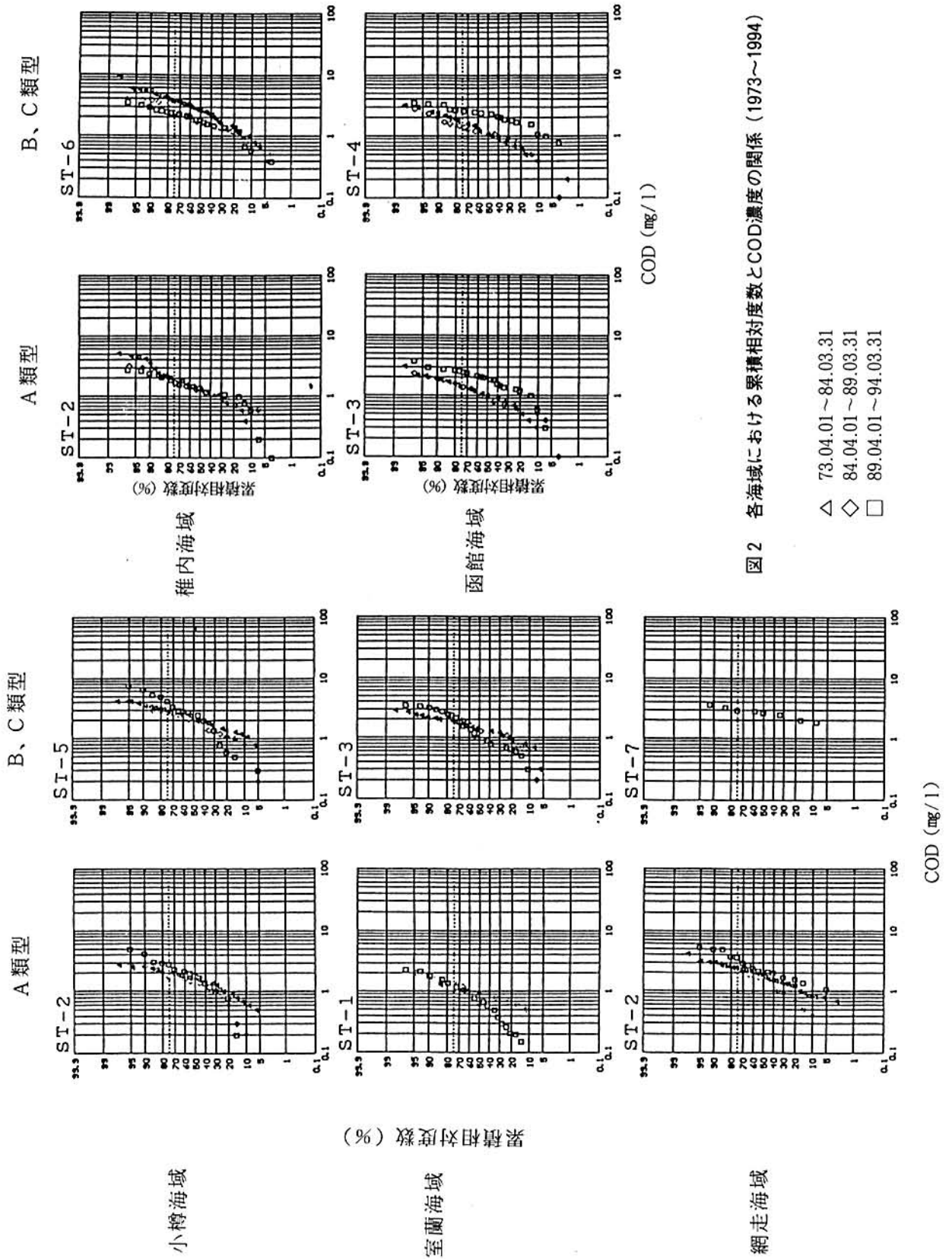


図2 各海域における累積相対度数とCOD濃度の関係(1973~1994)

- △ 73.04.01~84.03.31
- ◇ 84.04.01~89.03.31
- 89.04.01~94.03.31

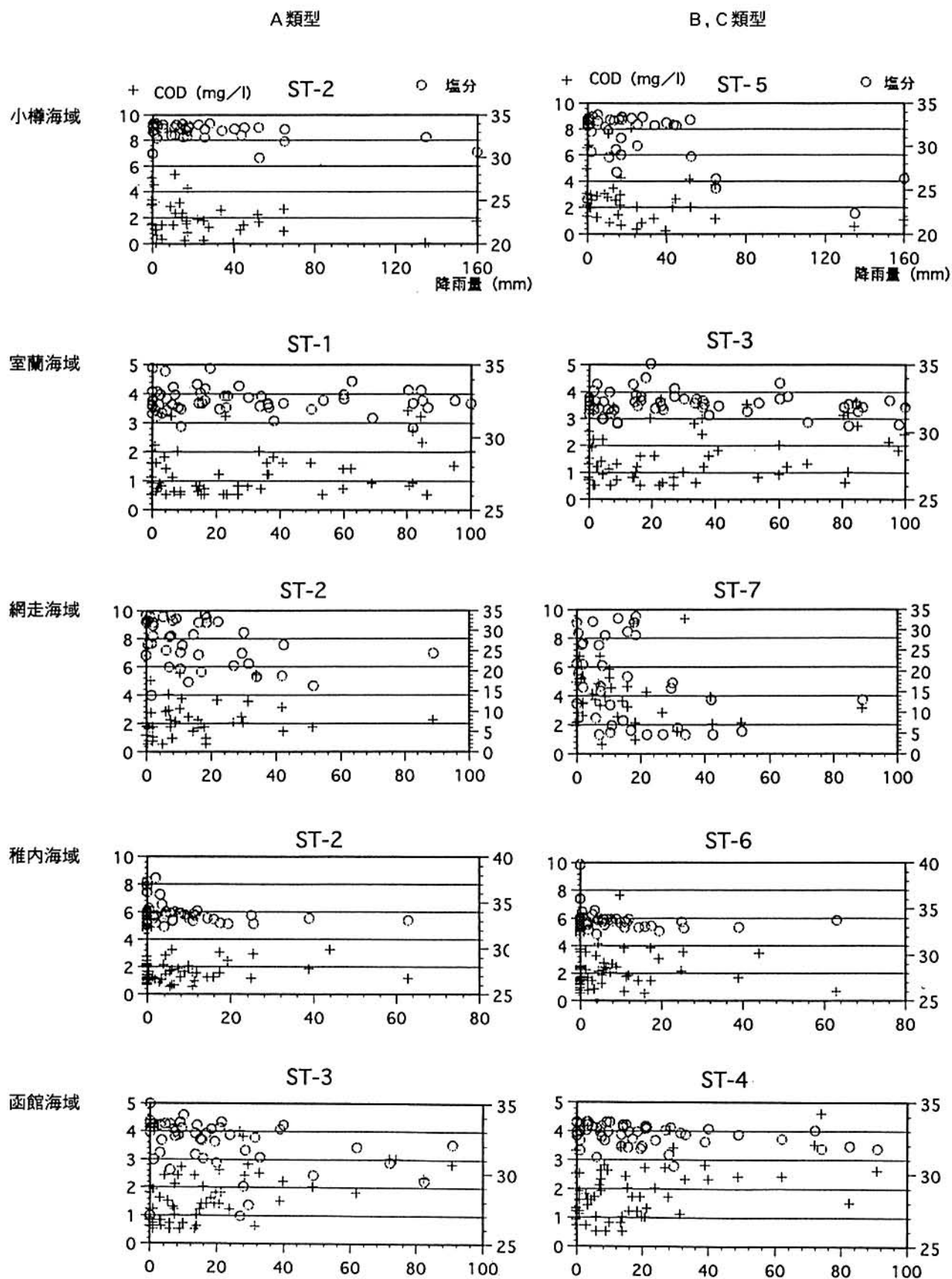


図3 降雨量とCOD及び塩分の関係(類型別)

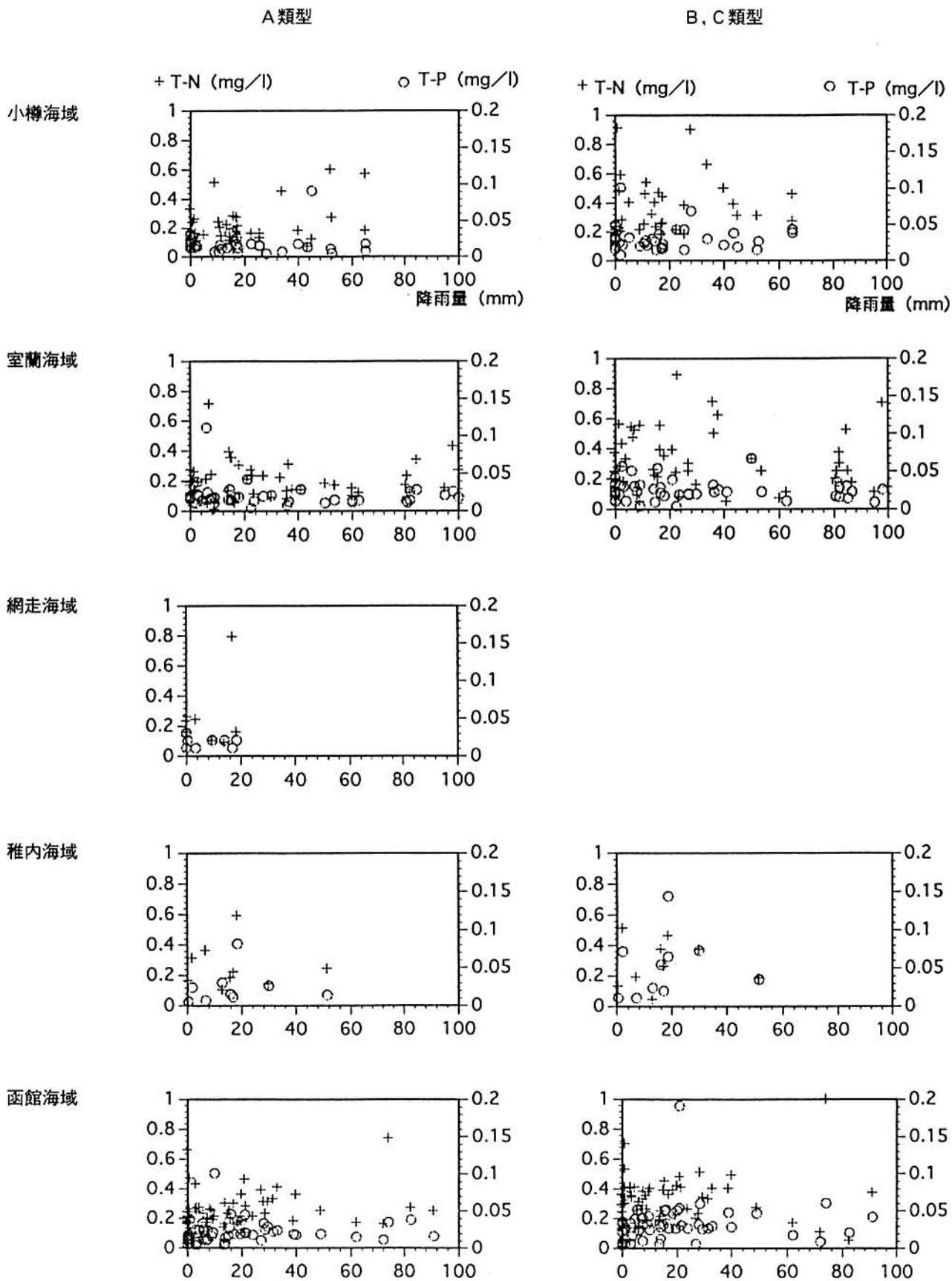


図4 類型別降雨量とT-N,T-Pの関係(10年間)

4 結 語

沿岸海域における水質変動を期間毎にみるとここ数年、水質汚濁が顕在化してきていることが伺える。汚濁物質の供給源としては、流入する陸水や海流が考えられるが、人為汚染を受けた高負荷の陸水の流入が最も大きな要因と考えられる。これらの陸水の海域での拡散範囲やその程度は、降雨・融雪などの気象条件や海流の卓越程度、さらに地形等によって大きく変動するものと考えられる。道内の代表的な5海域はそれぞれ集水面積、土地利用状況及び気象も異なり、海域における陸水の挙動も異なっていた。集水面積が大きい海域は陸水の影響も顕著で海域での拡散範囲も広いことが推察された。特に、T-NとT-Pの関係は小樽、網走両海域の集水面積の大きい海域の沿岸水域で関係がみられたことから陸水との関係が示唆された。現在、個々に海域調査を行っているが、連続性のある沿岸海域の水質の挙動を解析するには、今後、道内周辺の循環流や沿岸流の状況及び陸水の希釈・拡散等の挙動をより広域的に把握していかななくてはならない。このためには、リモートセンシングによる解析等を用いた北海道沿岸海域全般を視野に入れた水質監視網の手法を確立する必要がある。今後の検討課題としたい。

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)
- 3) 福山 龍次：沿岸海域における水質汚濁機構の解明(I)；北海道環境科学研究センター所報(1996)

The mechanism of the coastal water pollution (II)

Ryuji Fukuyama
Jiro Arisue
Shousuke Natsume
and Osamu Saitoh

Abstract

Water quality of the coastal areas affected by many factors, such as, geographical features, weather, sea currents, etc. Especially, the river flux involved a large quantity of organic matter and nutrients is the most effective factor of its. The following year 1989, in term of COD, many coastal areas around Hokkaido are often exceed the environmental standard. Relationship between COD and rainfall suggested that fresh water diffuse in coastal sea from Category B・C to Category A, and its COD values exceed 2mg/l, in the Otaru sea, within the limit of rainfall of 40 mm. In the Hakodate sea, against it, COD value well below the environmental standards 2mg/l, within the limits of a rainfall of 40mm.

The result of this research has many suggestions, for example, coastal water has been polluted by many pollutants and has affected by river, and degree of coastal pollution has controlled mainly river flux and geographical feature.

北海道内52湖沼におけるプランクトン優占種について

五十嵐聖貴 三上英敏 日野修次* 坂田康一 有末二郎

要 約

1990年から1994年にかけて調査された北海道内52湖沼におけるプランクトンの上位優占種をリストにした。観察された種数は植物プランクトンが94種、動物プランクトン40種である。また、プランクトン採集時の透明度、全窒素、全リン、クロロフィル-*a* 濃度の栄養度レベルをリストに併記した。湖沼の水質と優占種の関係を明らかにするため、栄養塩濃度と植物プランクトンの関係、および、溶存酸素・クロロフィル-*a* 濃度と動物プランクトンの関係を図示し、傾向を推察した。

Key words : 栄養塩濃度、湖沼型、優占種

1 はじめに

北海道には多くの湖沼が存在している。それらは多種多様の要因により成り立ち、それぞれ独自の特徴をもっている。それぞれの湖沼では、その環境に適応した魚類、動物プランクトン、植物プランクトン、底生生物、細菌類等が複雑な生態系を形成している。それらの生物相は環境の変化に対して敏感に反応し、その構成は柔軟に変化する。湖沼の水質特性をみる場合、透明度、栄養塩濃度等の物理化学的情報を得ると同様に、生物学的情報を得ることは極めて重要である。これは、物理化学的特性は短い周期で変化するのに対し、生物相は比較的長い時間の総合的な水質特性を反映したものと考えられるからである。生物相の中でも、プランクトンは系統学的に多様であり種数も膨大であることから、湖沼生態系の主要な部分を占めている。したがって、プランクトン相を知ることは非常に多くの情報を得ることにつながる。

本報告は1990年から1994年にかけて調査した、52湖沼における植物および動物プランクトンの上位優占種のリストを示し、北海道におけるプランクトン相の特徴を明らかにすることを目的とする。

2 調査湖沼および方法

調査は1990年から1994年にかけて実施した。調査湖沼の数は52であり、その位置は図-1に示してある。このうち、クッチャロ湖は5回の調査をおこなっている。52湖沼のうち、天然の湖沼は36、ダム湖は16であり、天然湖沼のうち

の10湖沼は汽水湖である。また、北海道に多くみられる腐植型の湖沼が21湖沼含まれている。

プランクトン試料は、プランクトンネット (NXXX25) と11のポリビンで湖心部の表層から採取した。それらの試料を現場において中性ホルマリンまたはルゴール液が最終濃度2~3%となるように加え固定し、センターに持ち帰って静置法によって濃縮したものを顕微鏡観察の試料とした。また、同時に化学的分析用の試水も採取し各種分析をおこなった。酸素飽和百分率は溶存酸素量をウインクラ法により測定し、採水時の水温と塩化物イオンの量から飽和溶存酸素量を求め算出した¹⁾。他の項目の分析方法は「北海道の湖沼」²⁾と同様である。

3 結果と考察

3.1 湖沼の物理的・化学的特性

表-1はプランクトン採集地点における水質の物理化学的特性を示したものである。湖沼の水質を栄養塩類の濃度によって分類する方法がよく用いられているが、その場合、栄養塩類のほかに透明度やクロロフィル-*a* (Chl-*a*) 濃度等を併せて総合的に判断するのが一般的である。本報告では、透明度・全リン濃度 (T-P)・全窒素濃度 (T-N)・Chl-*a* 濃度について、それぞれを4段階の栄養度 (貧栄養、中栄養、富栄養、過富栄養レベル) に分け、表-2のプランクトンリストに併記した。なお、栄養度の判定基準は「北海道の湖沼」²⁾に従った。

* 山形大学理学部

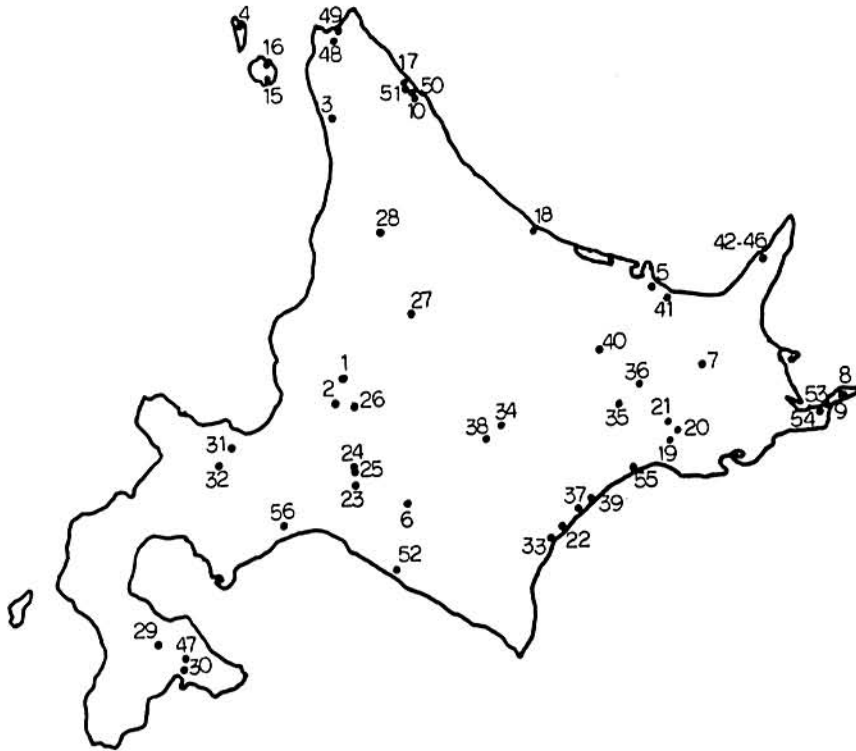


図-1. 調査湖沼の位置

1. 北光沼 2. 宮島沼 3. ペンケ沼 4. 久種湖 5. 藻琴湖 6. 岩知志ダム 7. 摩周湖 8. オンネ沼 9. 丹根湖 10. クッチャロ湖 15. オタドマリ沼 16. 姫沼 17. ポロ沼 18. コムケ湖 19. 達古武沼 20. 塘路湖 21. シラルトロ湖 22. 生花苗湖 23. 清水の沢ダム 24. 旭町第一ダム 25. 旭町第二ダム 26. 美唄ダム 27. 愛別ダム 28. 雨竜第一ダム 29. ジュンサイ沼 30. 笹流ダム 31. 奥沢ダム 32. 常盤ダム 33. ホロカヤントウ沼 34. 岩松ダム 35. オンネトー 36. パンケ湖 37. 湧洞沼 38. 佐幌ダム 39. 長節湖 40. チミケツブ湖 41. 濤沸湖 42-46. 知床五湖 47. 新中野ダム 48. 北辰ダム 49. メグマ沼 50. モケウニ沼 51. カムイト沼 52. 新冠ダム 53. 牧の内ダム 54. 長節湖 55. 馬主来沼 56. 錦大沼

3. 2 プランクトンリスト

表-2は各湖沼で優占的に観察されたプランクトンを、植物性のもの(1, 2, 3, …)と動物性のもの(a, b, c, …)に分けて優占順に示したものである。

全52湖沼で観察されたプランクトンは、植物性のものが94種類、動物性のものが40種類であった。植物プランクトンのうち、もっとも多くみられたのは珪藻類(約36%)であり、次に緑藻類(約21%)、藍藻類(約17%)がみられた。また、動物プランクトンはワムシ類(約43%)と繊毛虫類(約33%)で大半が占められていた。

各湖沼の優占種は、植物プランクトンでは約半数の湖沼(26湖沼)で珪藻類が優占しており、次に渦鞭毛藻類(11湖沼)、黄色鞭毛藻類(7湖沼)となっていた。また、動物プランクトンがみられた28湖沼のうち、半数以上の15湖沼でワムシ類が優占していた。

表-1 調査湖沼、調査年月日およびその水質等

湖沼名(所在地)	年月日	透明度 m	水温 ℃	pH	DO 飽和%	T-N mg/l	T-P mg/l	N/P	Chl-a μg/l	湖水	腐植型
1 北光沼(砂川市)	900712	1.2	22.8	7.7	91.5	0.43	0.024	17.9	5.01	淡水	
2 宮島沼(美唄市)	900713	0.7	22.3	7.7	99.0	1.0	0.091	11.0	28.0	淡水	*
3 ペンケ沼(豊富町、幌延町)	900606	>0.3	13.0	7.2	85.4	0.68	0.070	9.7	1.41	淡水	*
4 久種湖(札文町)	900724	1.5	22.0	7.3	103.2	0.62	0.051	12.2	35.3	淡水	
5 藻琴湖(網走市)	900701	1.4	22.8	8.6	99.6	0.56	0.043	13.0	43.1	汽水	
6 岩知志ダム(日高町)	900605	1.6	14.8	6.8	93.8	0.23	0.010	23.0	0.40	淡水	
7 摩周湖(弟子屈町)	900703	25.0	10.3	7.6	97.7	0.17	<0.003	-	0.19	淡水	
8 オンネ沼(根室市)	900911	>1.8	21.1	7.1	86.5	0.76	0.010	76.0	10.0	淡水	*
9 丹根湖(根室市)	900911	2.0	21.5	7.1	99.9	0.68	0.010	68.0	8.23	淡水	*
10 クッチャロ湖(浜頓別町)	900605	0.7	13.7	7.1	93.7	1.2	0.110	10.9	13.4	汽水	*
11 クッチャロ湖(浜頓別町)	900725	1.3	23.9	7.7	94.3	0.49	0.018	27.2	2.75	汽水	*
12 クッチャロ湖(浜頓別町)	900828	1.2	18.1	7.3	74.1	1.2	0.055	21.8	1.66	汽水	*
13 クッチャロ湖(浜頓別町)	901003	0.5	14.7	6.9	82.5	1.3	0.180	7.2	16.4	汽水	*
14 クッチャロ湖(浜頓別町)	910910	1.0	17.1	7.9	95.7	0.67	0.062	10.8	7.16	汽水	*
15 オタダマリ沼(利尻富士町)	910528	1.0	16.6	4.8	95.3	0.50	0.023	21.7	9.13	淡水	
16 姫沼(利尻富士町)	910528	2.0	14.4	7.8	112.3	0.32	0.039	8.2	11.6	淡水	
17 ボロ沼(猿払村)	910529	>0.3	14.4	7.9	108.5	0.36	0.013	27.7	1.11	汽水	*
18 コムケ湖(紋別市)	910819	>1.4	23.8	7.8	123.5	0.69	0.026	26.5	2.62	汽水	*
19 達古武沼(釧路町)	910819	>1.2	20.0	8.2	109.8	0.59	0.087	6.8	1.79	淡水	*
20 塘路湖(標茶町)	910918	1.1	18.5	8.3	91.3	0.76	0.070	10.9	17.2	淡水	
21 シラルト湖(標茶町)	910918	>1.5	17.7	7.2	93.1	0.62	0.080	7.8	9.67	淡水	*
22 生花苗湖(大樹町)	910730	0.9	21.6	7.1	90.8	0.44	0.160	2.8	18.1	汽水	*
23 清水の沢ダム(夕張市)	920831	2.0	19.1	6.6	112.3	0.12	0.004	30.0	5.89	淡水	
24 旭町第一ダム(夕張市)	920831	1.5	16.5	6.3	103.6	0.23	0.003	76.7	2.45	淡水	
25 旭町第二ダム(夕張市)	920831	1.0	10.1	6.8	92.7	0.20	0.003	66.7	3.48	淡水	
26 美唄ダム(美唄市)	920716	1.5	19.8	7.3	102.5	0.15	0.008	18.8	1.25	淡水	
27 愛別ダム(愛別町)	920610	2.0	12.2	7.2	112.7	0.31	0.006	51.7	3.02	淡水	
28 雨竜第一ダム(幌加内町)	920715	3.0	17.6	7.2	112.4	0.24	0.004	60.0	1.15	淡水	
29 ジュンサイ沼(七飯町)	920622	1.5	18.7	7.3	94.9	0.39	0.024	16.3	3.71	淡水	*
30 笹流ダム(函館市)	920623	6.5	19.2	6.7	98.1	0.19	<0.003	-	0.48	淡水	
31 奥沢ダム(小樽市)	920624	5.0	20.6	6.9	102.9	0.29	0.005	58.0	0.81	淡水	
32 常盤ダム(赤井川村)	920624	3.8	17.5	7.2	97.0	0.24	0.008	30.0	1.88	淡水	
33 ホロカヤントウ沼(大樹町)	930804	2.0	20.2	7.9	104.3	0.71	0.037	19.2	22.3	汽水	
34 岩松ダム(新得町)	930803	0.8	11.1	6.6	115.6	0.28	0.010	28.0	1.71	淡水	
35 オンネトー(足寄町)	930622	7.1	13.7	5.5	99.6	0.31	<0.003	-	0.05	淡水	
36 パンケ湖(阿寒町)	930518	7.5	6.2	7.3	114.2	0.16	0.010	16.0	2.85	淡水	
37 湧洞沼(豊頃町、大樹町)	930804	1.0	16.0	6.9	106.9	0.49	0.028	17.5	6.82	汽水	
38 佐幌ダム(新得町)	930802	2.3	13.3	6.4	117.5	0.32	0.015	21.3	2.62	淡水	
39 長節湖(豊頃町)	930804	1.1	16.2	6.8	106.4	0.51	0.038	13.4	0.44	汽水	*
40 チミケップ湖(津別町)	930615	2.8	13.6	6.9	101.4	0.17	0.004	42.5	1.82	淡水	
41 濤沸湖(小清水町、網走市)	930722	1.0	16.5	8.4	118.6	1.2	0.048	25.0	7.13	汽水	
42 知床五湖第一湖(斜里町)	930631	1.5	14.0	6.7	80.2	0.22	0.015	14.7	9.29	淡水	*
43 第二湖	930631	>1.4	13.7	6.8	66.7	0.32	0.011	29.1	5.94	淡水	*
44 第三湖	930631	1.6	14.0	6.7	78.2	0.23	0.009	25.6	6.32	淡水	*
45 第四湖	930631	>3.3	14.7	6.7	75.3	0.21	0.011	19.1	6.69	淡水	*
46 第五湖	930631	>1.0	13.2	6.2	72.9	0.36	0.037	9.7	19.0	淡水	*
47 新中野ダム(函館市)	940908	6.8	19.5	7.1	93.0	0.28	0.004	70.0	0.83	淡水	
48 北辰ダム(稚内市)	940921	1.6	17.6	7.2	77.8	0.52	0.023	22.6	1.31	淡水	
49 メグマ沼(稚内市)	941020	0.4	8.8	6.4	87.2	0.80	0.140	5.7	105	淡水	
50 モケウニ沼(猿払村)	941020	0.5	9.1	6.5	85.1	0.74	0.074	10.0	88.2	淡水	*
51 カムイト沼(猿払村)	940920	1.2	16.5	6.9	88.8	0.65	0.014	46.4	4.50	淡水	*
52 新冠ダム(新冠町)	940927	5.1	17.9	7.6	95.6	0.19	<0.003	-	1.60	淡水	
53 牧の内ダム(根室市)	940719	1.9	23.3	8.9	107.9	0.40	0.025	16.0	8.06	淡水	
54 長節湖(根室市)	940719	0.7	20.3	9.3	92.1	1.0	0.060	16.7	81.1	淡水	
55 馬主来沼(白糠町)	940720	>1.3	23.1	7.3	94.4	0.45	0.050	9.0	8.92	汽水	*
56 錦大沼(苫小牧市)	940926	3.5	18.1	7.3	-	0.53	0.006	88.3	5.27	淡水	*

表一 2 各湖沼における栄養度とプランクトン優占種

湖沼名	栄養度				種名(分類群)
	貧	中	富	過富	
1 北光沼	透明度			●	1. <i>Surirella ovata</i> (珪) 2. <i>Surirella robusta</i> (珪) 3. <i>Ceratium hirundinella</i> (渦) 4. <i>Peridinium</i> sp. (渦) 5. <i>Melosira italica</i> (珪) 6. <i>Synedra acus</i> (珪)
	T-N		●		
	T-P	●			
	Chl-a	●			
2 宮島沼	透明度			●	1. <i>Melosira italica</i> (珪) 2. <i>Melosira granulata</i> (珪) 3. <i>Pediastrum duplex</i> (緑) 4. <i>Euglena</i> sp. (ミ)
	T-N		●		
	T-P		●		
	Chl-a			●	
3 ペンケ沼	透明度				1. <i>Diatoma elongatum</i> (珪) 2. <i>Tabellaria fenestrata</i> (珪) 3. <i>Synedra acus</i> (珪) 4. <i>Nitzschia</i> spp. (珪) 5. <i>Pleurosigma elongatum</i> (珪) 6. <i>Melosira varians</i> (珪)
	T-N		●		
	T-P		●		
	Chl-a	●			
4 久種湖	透明度		●		1. <i>Anabaena spiroides</i> (藍) 2. <i>Anabaena flos-aquae</i> (藍) 3. <i>Asterionella formosa</i> (珪) 4. <i>Selenastrum gracile</i> (緑) 5. <i>Aphanocapsa</i> sp. (藍)
	T-N		●		
	T-P		●		
	Chl-a			●	
5 藻琴湖	透明度			●	1. <i>Melosira octogona</i> (珪) 2. <i>Gymnodinium</i> sp. (渦) 3. <i>Navicula</i> spp. (珪)
	T-N		●		
	T-P		●		
	Chl-a			●	
6 岩知志ダム	透明度		●		特になし
	T-N		●		
	T-P		●		
	Chl-a	●			
7 摩周湖	透明度	●			1. <i>Cyclotella</i> sp. (珪) 2. small green alga (緑) 3. <i>Dinobryon</i> sp. (金)
	T-N	●			
	T-P	●			
	Chl-a	●			
8 オンネ沼	透明度				1. <i>Chrysophaerella</i> sp. (金) 2. <i>Pediastrum</i> sp. (緑) 3. <i>Dinobryon</i> sp. (金) 4. <i>Pseudoholopedia convoluta</i> (藍)
	T-N		●		
	T-P		●		
	Chl-a			●	
9 丹根湖	透明度		●		1. <i>Chrysophaerella</i> sp. (金) 2. <i>Ceratium</i> spp. (渦) 3. <i>Melosira varians</i> (珪) 4. <i>Tabellaria fenestrata</i> (珪) 5. <i>Dinobryon</i> sp. (金)
	T-N		●		
	T-P		●		
	Chl-a			●	
10 クッチャロ湖	透明度			●	1. <i>Synedra acus</i> (珪) 2. <i>Melosira varians</i> (珪) 3. <i>Cyclotella</i> sp. (珪)
	T-N			●	
	T-P			●	
	Chl-a		●		

表-2 (続き)

湖沼名	栄養度	種名(分類群)																									
11 クッチャロ湖	<table border="1"> <tr><td></td><td>貧</td><td>中</td><td>富</td><td>過富</td></tr> <tr><td>透明度</td><td></td><td></td><td></td><td>●</td></tr> <tr><td>T-N</td><td></td><td></td><td>●</td><td></td></tr> <tr><td>T-P</td><td></td><td>●</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Chl-a</td><td>●</td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		貧	中	富	過富	透明度				●	T-N			●		T-P		●			Chl-a	●				1. <i>Synedra acus</i> (珪) 2. <i>Cyclotella</i> sp. (珪) 3. <i>Melosira</i> spp. (珪)
		貧	中	富	過富																						
	透明度				●																						
	T-N			●																							
	T-P		●																								
Chl-a	●																										
12 クッチャロ湖	<table border="1"> <tr><td></td><td>貧</td><td>中</td><td>富</td><td>過富</td></tr> <tr><td>透明度</td><td></td><td></td><td></td><td>●</td></tr> <tr><td>T-N</td><td></td><td></td><td></td><td>●</td></tr> <tr><td>T-P</td><td></td><td></td><td>●</td><td></td></tr> <tr><td>Chl-a</td><td>●</td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		貧	中	富	過富	透明度				●	T-N				●	T-P			●		Chl-a	●				特になし
		貧	中	富	過富																						
	透明度				●																						
	T-N				●																						
	T-P			●																							
Chl-a	●																										
13 クッチャロ湖	<table border="1"> <tr><td></td><td>貧</td><td>中</td><td>富</td><td>過富</td></tr> <tr><td>透明度</td><td></td><td></td><td></td><td>●</td></tr> <tr><td>T-N</td><td></td><td></td><td></td><td>●</td></tr> <tr><td>T-P</td><td></td><td></td><td></td><td>●</td></tr> <tr><td>Chl-a</td><td></td><td></td><td>●</td><td></td></tr> </table>		貧	中	富	過富	透明度				●	T-N				●	T-P				●	Chl-a			●		1. <i>Pleurosigma</i> sp. (珪) 2. <i>Coscinodiscus lacustris</i> (珪) 3. <i>Nitzschia</i> spp. (珪)
		貧	中	富	過富																						
	透明度				●																						
	T-N				●																						
	T-P				●																						
Chl-a			●																								
14 クッチャロ湖	<table border="1"> <tr><td></td><td>貧</td><td>中</td><td>富</td><td>過富</td></tr> <tr><td>透明度</td><td></td><td></td><td></td><td>●</td></tr> <tr><td>T-N</td><td></td><td></td><td>●</td><td></td></tr> <tr><td>T-P</td><td></td><td></td><td>●</td><td></td></tr> <tr><td>Chl-a</td><td></td><td>●</td><td></td><td></td></tr> </table>		貧	中	富	過富	透明度				●	T-N			●		T-P			●		Chl-a		●			1. <i>Gymnodinium</i> spp. (渦) 2. <i>Cocconeis</i> spp. (珪) 3. <i>Gonyaulax</i> sp. (渦) a. <i>Keratella quadrata</i> (輪) b. <i>Keratella cruciformis</i> (輪) c. <i>Diffugia acuminata</i> (根) d. <i>Tintinnopsis cratera</i> (織)
		貧	中	富	過富																						
	透明度				●																						
	T-N			●																							
	T-P			●																							
Chl-a		●																									
15 オタドマリ沼	<table border="1"> <tr><td></td><td>貧</td><td>中</td><td>富</td><td>過富</td></tr> <tr><td>透明度</td><td></td><td></td><td></td><td>●</td></tr> <tr><td>T-N</td><td></td><td></td><td>●</td><td></td></tr> <tr><td>T-P</td><td></td><td>●</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Chl-a</td><td></td><td></td><td>●</td><td></td></tr> </table>		貧	中	富	過富	透明度				●	T-N			●		T-P		●			Chl-a			●		1. <i>Asterionella formosa</i> (珪) 2. <i>Tabellaria fenestrata</i> var. <i>intermedia</i> (珪) 3. <i>Fragilaria crotonensis</i> (珪) a. <i>Keratella cochlearis</i> var. <i>macracantha</i> (輪) b. <i>Daphnia pulex</i> (枝) c. <i>Keratella cochlearis</i> var. <i>tecta</i> (輪)
		貧	中	富	過富																						
	透明度				●																						
	T-N			●																							
	T-P		●																								
Chl-a			●																								
16 姫沼	<table border="1"> <tr><td></td><td>貧</td><td>中</td><td>富</td><td>過富</td></tr> <tr><td>透明度</td><td></td><td></td><td>●</td><td></td></tr> <tr><td>T-N</td><td></td><td>●</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>T-P</td><td></td><td></td><td>●</td><td></td></tr> <tr><td>Chl-a</td><td></td><td></td><td>●</td><td></td></tr> </table>		貧	中	富	過富	透明度			●		T-N		●			T-P			●		Chl-a			●		1. <i>Melosira granulata</i> (珪) 2. <i>Anabaena planktonica</i> (藍) 3. <i>Eudorina elegans</i> (緑) 4. <i>Anabaena</i> sp. (藍) a. <i>Asplanchna priodonta</i> (輪) b. <i>Keratella cochlearis</i> (輪) c. <i>Polyarthra triga</i> (輪) d. <i>Vorticella</i> sp. (織)
		貧	中	富	過富																						
	透明度			●																							
	T-N		●																								
	T-P			●																							
Chl-a			●																								
17 ポロ沼	<table border="1"> <tr><td></td><td>貧</td><td>中</td><td>富</td><td>過富</td></tr> <tr><td>透明度</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>T-N</td><td></td><td>●</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>T-P</td><td></td><td>●</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Chl-a</td><td>●</td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		貧	中	富	過富	透明度					T-N		●			T-P		●			Chl-a	●				1. <i>Synedra</i> spp. (珪) 2. <i>Melosira</i> sp. (珪) 3. <i>Asterionella formosa</i> (珪) 4. <i>Gyrosigma acuminatum</i> (珪) a. <i>Diffugia limnetica</i> (根)
		貧	中	富	過富																						
	透明度																										
	T-N		●																								
	T-P		●																								
Chl-a	●																										
18 コムケ湖	<table border="1"> <tr><td></td><td>貧</td><td>中</td><td>富</td><td>過富</td></tr> <tr><td>透明度</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>T-N</td><td></td><td></td><td>●</td><td></td></tr> <tr><td>T-P</td><td></td><td>●</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Chl-a</td><td>●</td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		貧	中	富	過富	透明度					T-N			●		T-P		●			Chl-a	●				1. <i>Gymnodinium</i> spp. (渦) a. <i>Tintinnopsis cratera</i> (織)
		貧	中	富	過富																						
	透明度																										
	T-N			●																							
	T-P		●																								
Chl-a	●																										

表-2 (続き)

湖沼名	栄養度				種名(分類群)
	貧	中	富	過富	
19 達古武沼	透明度				1. <i>Melosira italica</i> (珪)
	T-N		●		2. <i>Coelastrum</i> sp. (緑)
	T-P		●		3. <i>Synedra ulna</i> (珪)
	Chl-a	●			4. <i>Eudorina</i> sp. (緑)
					5. <i>Phormidium</i> sp. (藍)
				a. <i>Brachionus rubens</i> (輪)	
				b. <i>Polyarthra triga</i> (輪)	
				c. <i>Keratella cochlearis</i> (輪)	
				d. <i>Asplanchna pridonta</i> (輪)	
20 塘路湖	透明度			●	1. <i>Melosira italica</i> (珪)
	T-N		●		2. <i>Microcystis aeruginosa</i> (藍)
	T-P		●		3. <i>Ceratium hirundinella</i> (渦)
	Chl-a		●		4. <i>Asterionella formosa</i> (珪)
					5. <i>Cystodinium</i> sp. (渦)
				a. <i>Polyarthra triga</i> (輪)	
				b. <i>Keratella cochlearis</i> (輪)	
				c. <i>Bosmina longirostris</i> (枝)	
				d. <i>Brachionus rubens</i> (輪)	
				e. <i>Cyclops strenuus</i> (橈)	
21 シラルトロ湖	透明度				1. <i>Melosira italica</i> (珪)
	T-N		●		2. <i>Ceratium hirundinella</i> (渦)
	T-P		●		3. <i>Cyclotella</i> sp. (珪)
	Chl-a		●		4. <i>Anabaena</i> spp. (藍)
					5. <i>Euglena proxima</i> (ミ)
				a. <i>Keratella cochlearis</i> var. <i>hispida</i> (輪)	
				b. <i>Polyarthra triga</i> (輪)	
				c. <i>Brachionus quadridentatus</i> (輪)	
22 生花苗湖	透明度			●	1. <i>Pleurosigma fasciola</i> (珪)
	T-N		●		2. <i>Dinobryon cylindricum</i> (金)
	T-P			●	3. <i>Pediastrum</i> sp. (緑)
	Chl-a		●		4. <i>Tabellaria fenestrata</i> (珪)
					5. <i>Diatoma elongatum</i> (珪)
				a. <i>Asplanchna</i> sp. (輪)	
				b. <i>Testudinella</i> sp. (輪)	
23 清水の沢ダム	透明度		●		1. <i>Peridinium</i> sp. (渦)
	T-N	●			2. <i>Synedra acus</i> (珪)
	T-P	●			3. <i>Cyclotella comta</i> (珪)
	Chl-a		●		4. cyst of <i>Euglena</i> (ミ)
					5. <i>Synura</i> sp. (金)
				a. <i>Tintinnidium</i> sp. (繊)	
				b. <i>Polyarthra triga</i> (輪)	
24 旭町第一ダム	透明度		●		1. <i>Ceratium hirundinella</i> (渦)
	T-N		●		2. <i>Arthrodesmus</i> sp. (緑)
	T-P	●			
	Chl-a	●			
25 旭町第二ダム	透明度			●	1. <i>Ceratium hirundinella</i> (渦)
	T-N		●		
	T-P	●			
	Chl-a		●		

表-2 (続き)

湖沼名	栄養度				種名(分類群)
	貧	中	富	過富	
26 美唄ダム	透明度		●		1. <i>Peridinium</i> sp. (渦) 2. <i>Trachelomonas</i> sp. (ミ) a. <i>Brachionus</i> sp. (輪)
	T-N	●			
	T-P	●			
	Chl-a	●			
27 愛別ダム	透明度		●		1. <i>Dinobryon</i> sp. (金) 2. <i>Achnanthes</i> sp. (珪) 3. <i>Cyclotella</i> sp. (珪) 4. <i>Euglena</i> sp. (ミ) 5. <i>Diatoma elongatum</i> (珪) a. <i>Polyarthra triga</i> (輪)
	T-N		●		
	T-P	●			
	Chl-a		●		
28 雨竜第一ダム	透明度		●		1. <i>Cyclotella nana</i> (珪) 2. small green alga (緑) 3. <i>Peridinium</i> sp. (渦) 4. <i>Melosira italica</i> (珪) 5. <i>Pandorina morum</i> (緑) 6. <i>Asterionella gracillima</i> (珪) a. <i>Polyarthra triga</i> (輪) b. <i>Trichocerca</i> sp. (輪)
	T-N		●		
	T-P	●			
	Chl-a	●			
29 ジュンサイ沼	透明度		●		1. <i>Melosira italica</i> (珪) a. <i>Asplanchna</i> sp. (輪) b. <i>Polyarthra</i> sp. (輪)
	T-N		●		
	T-P		●		
	Chl-a		●		
30 笹流ダム	透明度	●			1. <i>Peridinium</i> sp. (渦)
	T-N	●			
	T-P	●			
	Chl-a	●			
31 奥沢ダム	透明度		●		特になし
	T-N		●		
	T-P	●			
	Chl-a	●			
32 常盤ダム	透明度		●		1. <i>Eudorina unicocca</i> (緑) 2. <i>Peridinium</i> sp. (渦)
	T-N		●		
	T-P	●			
	Chl-a	●			
33 ホロカヤントウ沼	透明度		●		1. <i>Cyclotella striata</i> (珪) 2. <i>Microcystis wesenbergii</i> (藍) 3. <i>Scenedesmus quadricauda</i> (緑) 4. <i>Selenastrum gracile</i> (緑) 5. <i>Planctonema lauterbornii</i> (緑) a. <i>Keratella quadrata</i> var. <i>curvicornis</i> (輪) b. <i>Meseres</i> sp. (繊) c. <i>Halteria</i> sp. (繊)
	T-N		●		
	T-P		●		
	Chl-a		●		
34 岩松ダム	透明度			●	1. <i>Cymbella tumida</i> (珪) 2. <i>Cymbella cistula</i> (珪) 3. <i>Navicula</i> sp. (珪) 4. <i>Asterionella formosa</i> (珪) 5. <i>Diatoma elongatum</i> (珪) a. <i>Tintinnidium</i> spp. (繊)
	T-N		●		
	T-P		●		
	Chl-a	●			

表-2 (続き)

湖沼名	栄養度				種名(分類群)
	貧	中	富	過富	
35 オンネトー	透明度 ●				特になし
	T-N	●			
	T-P	●			
	Chl-a	●			
36 バンケ沼	透明度 ●				1. <i>Melosira ambigua</i> (珪) 2. <i>Uroglena americana</i> (金) 3. <i>Asterionella formosa</i> (珪) 4. <i>Dinobryon cylindricum</i> (金) 5. <i>Synura</i> spp. (金) 6. <i>Cyclotella comta</i> (珪)
	T-N	●			
	T-P		●		
	Chl-a	●			
37 湧洞沼	透明度			●	1. <i>Gymnodinium</i> sp. (渦) 2. <i>Cyclotella</i> sp. (珪) 3. <i>Paraphysomonas</i> sp. (金) a. <i>Heterophrys</i> sp. (太) b. <i>Acanthocystis pectinata</i> (太) c. <i>Strombidinopsis</i> spp. (繊)
	T-N		●		
	T-P	●			
	Chl-a	●			
38 佐幌ダム	透明度		●		1. <i>Synedra acus</i> (珪) 2. <i>Asterionella formosa</i> (珪) 3. <i>Chlamydomonas basistellata</i> (緑) 4. <i>Cryptomonas ovata</i> (ク) 5. <i>Eudorina unicocca</i> (緑) a. <i>Urostylea grandees</i> (繊) b. <i>Tintinnidium cylindrata</i> (繊) c. <i>Polyarthra vulgaris</i> (輪) d. <i>Halteria minuta</i> (繊)
	T-N	●			
	T-P	●			
	Chl-a	●			
39 長節湖	透明度			●	1. <i>Peridinium</i> sp. (渦) 2. <i>Cocconeis</i> spp. (珪) 3. a species of Chlorococcaceae (緑) 4. <i>Achnanthes</i> spp. (珪)
	T-N		●		
	T-P		●		
	Chl-a	●			
40 チミケップ湖	透明度		●		1. <i>Asterionella formosa</i> (珪) 2. <i>Cyclotella meneghiniana</i> (珪) 3. <i>Trachelomonas cylindrica</i> (ミ) 4. <i>Ceratium hirundinella</i> (渦) 5. <i>Synedra ulna</i> (珪) a. <i>Strombidium turbo</i> (繊) b. <i>Acanthocystis</i> spp. (太) c. <i>Polyarthra vulgaris</i> (輪)
	T-N	●			
	T-P	●			
	Chl-a	●			
41 濤沸湖	透明度			●	1. <i>Gymnodinium carinatum</i> (渦) 2. <i>Merismopedia glaucum</i> (藍) 3. <i>Cyclotella meneghiniana</i> (珪) 4. <i>Nitzschia</i> sp. (珪) a. <i>Strombidium caudatum</i> (繊) b. <i>Strombidium viride</i> (繊) c. <i>Heterophrys fockei</i> (太)
	T-N			●	
	T-P		●		
	Chl-a	●			
42 知床五湖第一湖	透明度		●		1. <i>Gymnodinium veris</i> (渦) 2. <i>Ochromonas diademifera</i> (金) 3. <i>Synedra acus</i> (珪) 4. <i>Dactylococcopsis fascicularis</i> (藍) 5. <i>Pediastrum tetras</i> (緑) 6. <i>Mallomonas tonsurata</i> (金) a. <i>Polyarthra vulgaris</i> (輪) b. <i>Spelaonecta spissa</i> (繊)
	T-N	●			
	T-P	●			
	Chl-a		●		

表-2 (続き)

湖沼名	栄養度	種名 (分類群)																									
43 第二湖	<table border="1"> <tr><th></th><th>貧</th><th>中</th><th>富</th><th>過富</th></tr> <tr><th>透明度</th><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><th>T-N</th><td></td><td>●</td><td></td><td></td></tr> <tr><th>T-P</th><td></td><td>●</td><td></td><td></td></tr> <tr><th>Chl-a</th><td></td><td>●</td><td></td><td></td></tr> </table>		貧	中	富	過富	透明度					T-N		●			T-P		●			Chl-a		●			1. <i>Ochromonas diademifera</i> (金) 2. <i>Gymnodinium veris</i> (渦) 3. <i>Dinobryon sociale</i> (金) 4. <i>Pediastrum tetras</i> (緑) 5. <i>Synedra acus</i> (珪)
		貧	中	富	過富																						
	透明度																										
	T-N		●																								
	T-P		●																								
Chl-a		●																									
	a. <i>Halteria minuta</i> (繊) b. <i>Acanthocystis pectinata</i> (太)																										
44 第三湖	<table border="1"> <tr><th></th><th>貧</th><th>中</th><th>富</th><th>過富</th></tr> <tr><th>透明度</th><td></td><td></td><td>●</td><td></td></tr> <tr><th>T-N</th><td></td><td>●</td><td></td><td></td></tr> <tr><th>T-P</th><td>●</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><th>Chl-a</th><td></td><td>●</td><td></td><td></td></tr> </table>		貧	中	富	過富	透明度			●		T-N		●			T-P	●				Chl-a		●			1. <i>Ochromonas diademifera</i> (金) 2. <i>Gymnodinium veris</i> (渦)
		貧	中	富	過富																						
	透明度			●																							
	T-N		●																								
	T-P	●																									
Chl-a		●																									
	a. <i>Halteria minuta</i> (繊) b. <i>Acanthocystis pectinata</i> (太)																										
45 第四湖	<table border="1"> <tr><th></th><th>貧</th><th>中</th><th>富</th><th>過富</th></tr> <tr><th>透明度</th><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><th>T-N</th><td></td><td>●</td><td></td><td></td></tr> <tr><th>T-P</th><td></td><td>●</td><td></td><td></td></tr> <tr><th>Chl-a</th><td></td><td>●</td><td></td><td></td></tr> </table>		貧	中	富	過富	透明度					T-N		●			T-P		●			Chl-a		●			1. <i>Ochromonas diademifera</i> (金) 2. <i>Gymnodinium veris</i> (渦) 3. <i>Aphanocapsa elachista</i> (藍) 4. <i>Synedra acus</i> (珪) 5. <i>Pediastrum tetras</i> (緑)
		貧	中	富	過富																						
	透明度																										
	T-N		●																								
	T-P		●																								
Chl-a		●																									
	a. <i>Halteria minuta</i> (繊) b. <i>Polyarthra vulgaris</i> (輪)																										
46 第五湖	<table border="1"> <tr><th></th><th>貧</th><th>中</th><th>富</th><th>過富</th></tr> <tr><th>透明度</th><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><th>T-N</th><td></td><td>●</td><td></td><td></td></tr> <tr><th>T-P</th><td></td><td></td><td>●</td><td></td></tr> <tr><th>Chl-a</th><td></td><td></td><td>●</td><td></td></tr> </table>		貧	中	富	過富	透明度					T-N		●			T-P			●		Chl-a			●		1. <i>Entophysalis lemaniae</i> (藍) 2. <i>Selenastrum bibrainum</i> (緑) 3. <i>Mallomonas fastigata</i> (金) 4. <i>Aphanocapsa elachista</i> (藍) 5. <i>Gloeocystis ampla</i> (緑)
		貧	中	富	過富																						
	透明度																										
	T-N		●																								
	T-P			●																							
Chl-a			●																								
	a. <i>Acanthocystis pectinata</i> (太) b. <i>Diaphanosoma brachyurum</i> (枝)																										
47 新中野ダム	<table border="1"> <tr><th></th><th>貧</th><th>中</th><th>富</th><th>過富</th></tr> <tr><th>透明度</th><td>●</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><th>T-N</th><td></td><td>●</td><td></td><td></td></tr> <tr><th>T-P</th><td>●</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><th>Chl-a</th><td>●</td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		貧	中	富	過富	透明度	●				T-N		●			T-P	●				Chl-a	●				1. small green algae (緑)
		貧	中	富	過富																						
	透明度	●																									
	T-N		●																								
	T-P	●																									
Chl-a	●																										
48 北振ダム	<table border="1"> <tr><th></th><th>貧</th><th>中</th><th>富</th><th>過富</th></tr> <tr><th>透明度</th><td></td><td></td><td>●</td><td></td></tr> <tr><th>T-N</th><td></td><td></td><td>●</td><td></td></tr> <tr><th>T-P</th><td></td><td>●</td><td></td><td></td></tr> <tr><th>Chl-a</th><td>●</td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		貧	中	富	過富	透明度			●		T-N			●		T-P		●			Chl-a	●				1. <i>Asterionella formosa</i> (珪) 2. <i>Melosira italica</i> (珪) 3. <i>Selenastrum minutum</i> (緑) 4. small green algae (緑)
		貧	中	富	過富																						
	透明度			●																							
	T-N			●																							
	T-P		●																								
Chl-a	●																										
49 メグマ沼	<table border="1"> <tr><th></th><th>貧</th><th>中</th><th>富</th><th>過富</th></tr> <tr><th>透明度</th><td></td><td></td><td></td><td>●</td></tr> <tr><th>T-N</th><td></td><td></td><td>●</td><td></td></tr> <tr><th>T-P</th><td></td><td></td><td></td><td>●</td></tr> <tr><th>Chl-a</th><td></td><td></td><td></td><td>●</td></tr> </table>		貧	中	富	過富	透明度				●	T-N			●		T-P				●	Chl-a				●	1. <i>Trachelomonas</i> sp. (ミ) 2. <i>Melosira italica</i> (珪) 3. <i>Chroococcus</i> sp. (藍) 4. <i>Scenedesmus</i> spp. (緑) 5. <i>Crucigenia tetrapedia</i> (緑)
		貧	中	富	過富																						
	透明度				●																						
	T-N			●																							
	T-P				●																						
Chl-a				●																							
	a. <i>Keratella cochlearis</i> (輪)																										
50 モケウニ沼	<table border="1"> <tr><th></th><th>貧</th><th>中</th><th>富</th><th>過富</th></tr> <tr><th>透明度</th><td></td><td></td><td></td><td>●</td></tr> <tr><th>T-N</th><td></td><td></td><td>●</td><td></td></tr> <tr><th>T-P</th><td></td><td></td><td>●</td><td></td></tr> <tr><th>Chl-a</th><td></td><td></td><td></td><td>●</td></tr> </table>		貧	中	富	過富	透明度				●	T-N			●		T-P			●		Chl-a				●	1. <i>Melosira italica</i> (珪) 2. <i>Melosira granulata</i> (珪) 3. <i>Microcystis wesenbergii</i> (藍) 4. <i>Microcystis aeruginosa</i> (藍) 5. <i>Pediastrum</i> spp. (緑) 6. <i>Scenedesmus quadricauda</i> (緑)
		貧	中	富	過富																						
	透明度				●																						
	T-N			●																							
	T-P			●																							
Chl-a				●																							
51カムイト沼	<table border="1"> <tr><th></th><th>貧</th><th>中</th><th>富</th><th>過富</th></tr> <tr><th>透明度</th><td></td><td></td><td></td><td>●</td></tr> <tr><th>T-N</th><td></td><td></td><td>●</td><td></td></tr> <tr><th>T-P</th><td></td><td>●</td><td></td><td></td></tr> <tr><th>Chl-a</th><td></td><td>●</td><td></td><td></td></tr> </table>		貧	中	富	過富	透明度				●	T-N			●		T-P		●			Chl-a		●			1. <i>Melosira italica</i> (珪) 2. <i>Cyclotella meneghiniana</i> (珪) 3. <i>Cymbella</i> sp. (珪)
		貧	中	富	過富																						
	透明度				●																						
	T-N			●																							
	T-P		●																								
Chl-a		●																									
	a. <i>Halteria</i> sp. (繊)																										

表-2 (続き)

湖沼名	栄養度				種名(分類群)
	貧	中	富	過富	
52 新冠ダム	透明度		●		1. <i>Chroococcus minutus</i> (藍)
	T-N	●			
	T-P	●			
	Chl-a	●			
53 牧の内ダム	透明度			●	1. <i>Cyclotella meneghiniana</i> (珪) 2. <i>Navicula</i> sp. (珪)
	T-N		●		
	T-P		●		
	Chl-a			●	
54 長節ダム	透明度			●	1. <i>Anabaena circinalis</i> (藍) 2. <i>Microcystis wesenbergii</i> (藍) 3. <i>Aphanocapsa</i> sp. (藍) a. <i>Trichocerca</i> sp. (輪) b. <i>Polyarthra triga</i> (輪) c. <i>Keratella cochlearis</i> (輪)
	T-N		●		
	T-P		●		
	Chl-a			●	
55 馬主来沼	透明度				1. <i>Ochromonas</i> sp. (金)
	T-N		●		
	T-P		●		
	Chl-a		●		
56 錦大沼	透明度		●		1. small green algae (緑) 2. <i>Cyclotella comta</i> (珪) 3. <i>Ceratium hirundinella</i> (渦)
	T-N		●		
	T-P	●			
	Chl-a		●		

分類の略語：(藍) 藍藻類 (珪) 珪藻類 (緑) 緑藻類 (ク) クリプト藻類
 (金) 黄色鞭毛藻類 (黄金藻類) (渦) 渦鞭毛藻類 (ミ) ミドリムシ藻類
 (根) 根足虫類 (絨) 絨毛虫類 (太) 太陽虫類 (輪) ワムシ類 (輪虫類)
 (橈) カイアシ類 (橈脚類) (枝) ミジンコ類 (枝角類)

3.3 植物プランクトン

植物プランクトンの増殖を支配する環境因子には温度、照度、塩分、水素イオン濃度 (pH)、栄養素等があるが、中でもアミノ酸を構成する窒素、核酸や ATP を構成するリンは藻類の機能や生長に不可欠な元素であり、増殖の制限因子として重要なものと思われる。図-2 は、各湖沼における T-N, T-P 濃度と植物プランクトン優占種の関係を示したものである。湖沼を天然の淡水湖・汽水湖・ダム湖に分け、それぞれの T-N, T-P 濃度をみると、淡水湖は貧栄養から過富栄養にかけて様々な栄養段階がみられたが、汽水湖とダム湖はそれぞれ富～過富栄養レベル、貧～中栄養レベルにかたよる傾向がみられた。また、N/P 比も約30を境として汽水湖では高く、ダム湖では低くなる特徴がみられた。

汽水湖は淡水と海水が混じり合う場であるが、流入河川や潮汐の影響で塩分濃度が周期的に変化し、一般的に時空間的な環境変化が著しい。したがって汽水湖では塩分の変化に対する適応の幅が広い広塩性のグループが出現するこ

とが多いものと考えられる。本報告中の汽水湖では *Pleurosigma*, *Gymnodinium*, *Synedra* が優占している湖沼が多かった。また、汽水湖と栄養塩濃度が同程度の淡水湖では *Melosira italica* と *Anabaena* が優占していたにも関わらず、これらが汽水湖でみられないのは耐塩性の点で対照的である。

ダム湖は若い生態系であるとともにダム利用の目的によって水位や滞留時間が大きく変化する特殊な環境である。ダム湖では渦鞭毛藻による淡水赤潮が発生することが多いが、その時の栄養塩濃度は貧栄養から中栄養に移行するあたり (窒素 0.3mg/l, リン 0.02mg/l 程度) の例が多いといわれている³⁾。本報告中のダム湖で、*Peridinium* sp. や *Ceratium hirundinella* といった渦鞭毛藻が優占していたのは、いずれも貧栄養ダム湖であった。それらのダム湖が中栄養に移行していくことによって淡水赤潮が発生する可能性も考えられるが、本報告中の中栄養以上のダム湖で渦鞭毛藻が優占しているところはなく、*Cymbella tumida*, *Synedra acus*, *Asterionella formosa* 等の珪藻類が優占

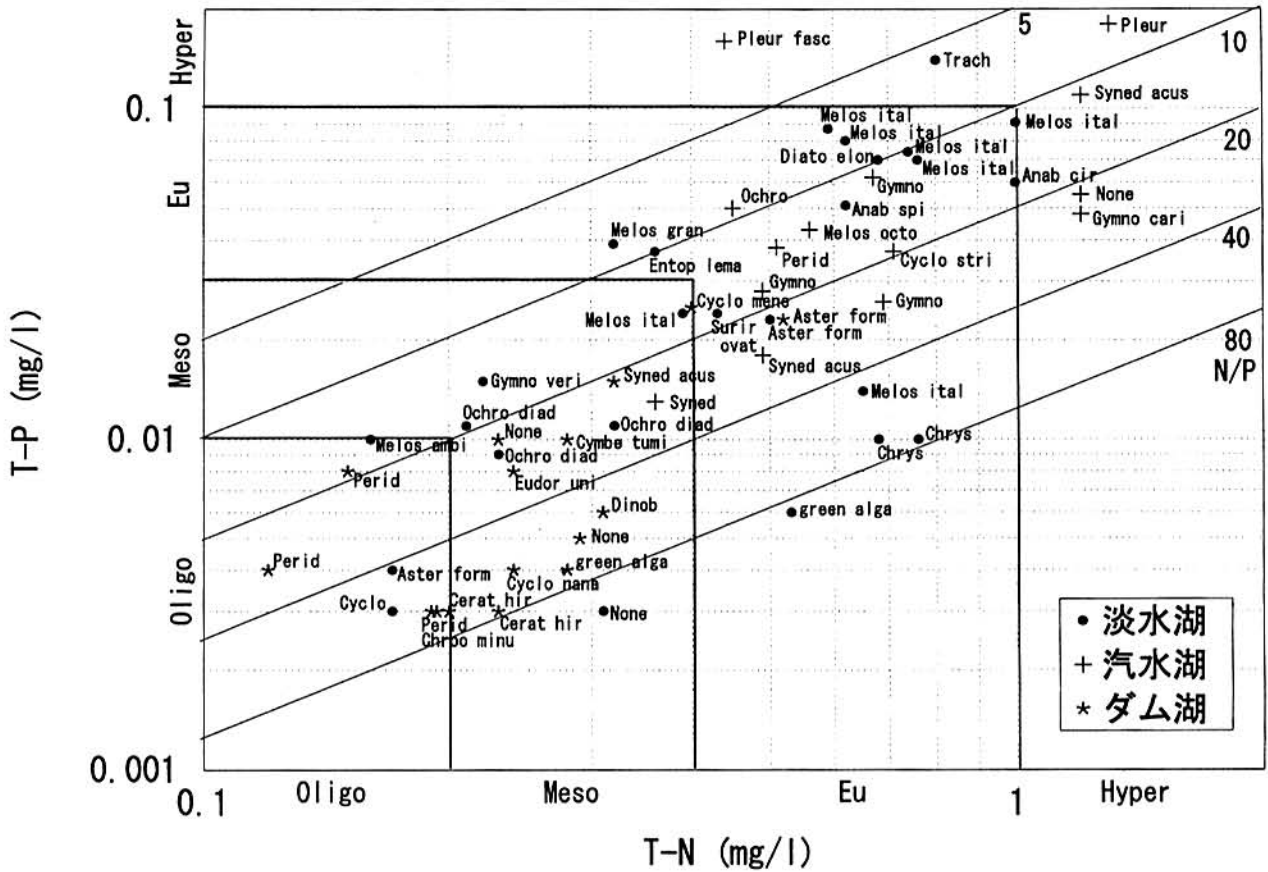


図-2 全窒素(T-N)、全リン(T-P)濃度と優占植物プランクトンの関係

Oligo, Meso, Eu, Hyper はそれぞれ貧栄養レベル、中栄養レベル、富栄養レベル、過富栄養レベルを示す。図中の斜線およびその右上に付された数字は N/P 比を示す。種名の略語: Anab cir, *Anabaena circinalis*; Anab spi, *Anabaena spiroides*; Aster form, *Asterionella formosa*; Cerat hir, *Ceratium hirundinella*; Chroo minu, *Chroococcus minutus*; Chrys, *Chryso-sphaerella* sp.; Cyclo mene, *Cyclotella meneghiniana*; Cyclo nana, *Cyclotella nana*; Cyclo, *Cyclotella* sp.; Cyclo stri, *Cyclotella striata*; Diato elon, *Diatoma elongatum*; Dinob, *Dinobryon* sp.; Entop lema, *Entophysalis lemaniae*; Eudor uni, *Eudorina uniccocca*; Gymno cari, *Gymnodinium carinatum*; Gymno, *Gymnodinium* sp.; Gymno veri, *Gymnodinium veris*; Melos ambi, *Melosira ambigua*; Melos gran, *Melosira granulata*; Melos ital, *Melosira italica*; Melos octo, *Melosira octogona*; Ochro, *Ochromonas* sp.; Perid, *Peridinium* sp.; Pleur fasc, *Pleurosigma fasciola*; Pleur, *Pleurosigma* sp.; green alga, small green algae; Surir ovat, *Surirella ovata*; Syned acus, *Synedra acus*; Syned, *Synedra* sp.; Trach, *Trachelomonas* sp.; None, なし

していた。これは、水温があまり上昇しないという北海道の湖沼の特徴を反映したものかもしれない。

3. 4 動物プランクトン

図-3は、溶存酸素(DO)の飽和度、Chl-a濃度と動物プランクトン優占種の間接的な関係を示したものである。ダム湖では酸素飽和度が高く、Chl-a濃度が低めであった。また、汽水湖の多くは酸素が過飽和状態にあり、淡水湖では未飽和である傾向がみられた。

ワムシ類はDO、Chl-a濃度に関わらず、あらゆる水域で優占種としてみられた。Chl-a濃度との関係を見ると、*Keratella*は富~過富栄養レベル、*Asplanchna*は中~富栄養レベル、*Polyarthra*は貧~富栄養レベルで優占する

傾向がみられた。また、*Brachionus*が優占していたのはChl-aが貧栄養レベルの湖沼のみであった。これらの傾向は、各属の好む環境や餌の種類とChl-a濃度との間に何らかの相関があることを示している。

繊毛虫が優占していたのは、全てChl-aが $10\mu\text{g/l}$ 以下の湖沼であった。繊毛虫とChl-aの直接的な因果関係は考えにくいので、この傾向は、Chl-aの増加に伴って繊毛虫以外の動物プランクトンが優占するようになった結果を反映しているものと考えられる。繊毛虫の中でも、DOが未飽和の湖沼で優占していたのは*Halteria*のみであったが、これが*Halteria*の至適出現環境を示しているのかは不明である。

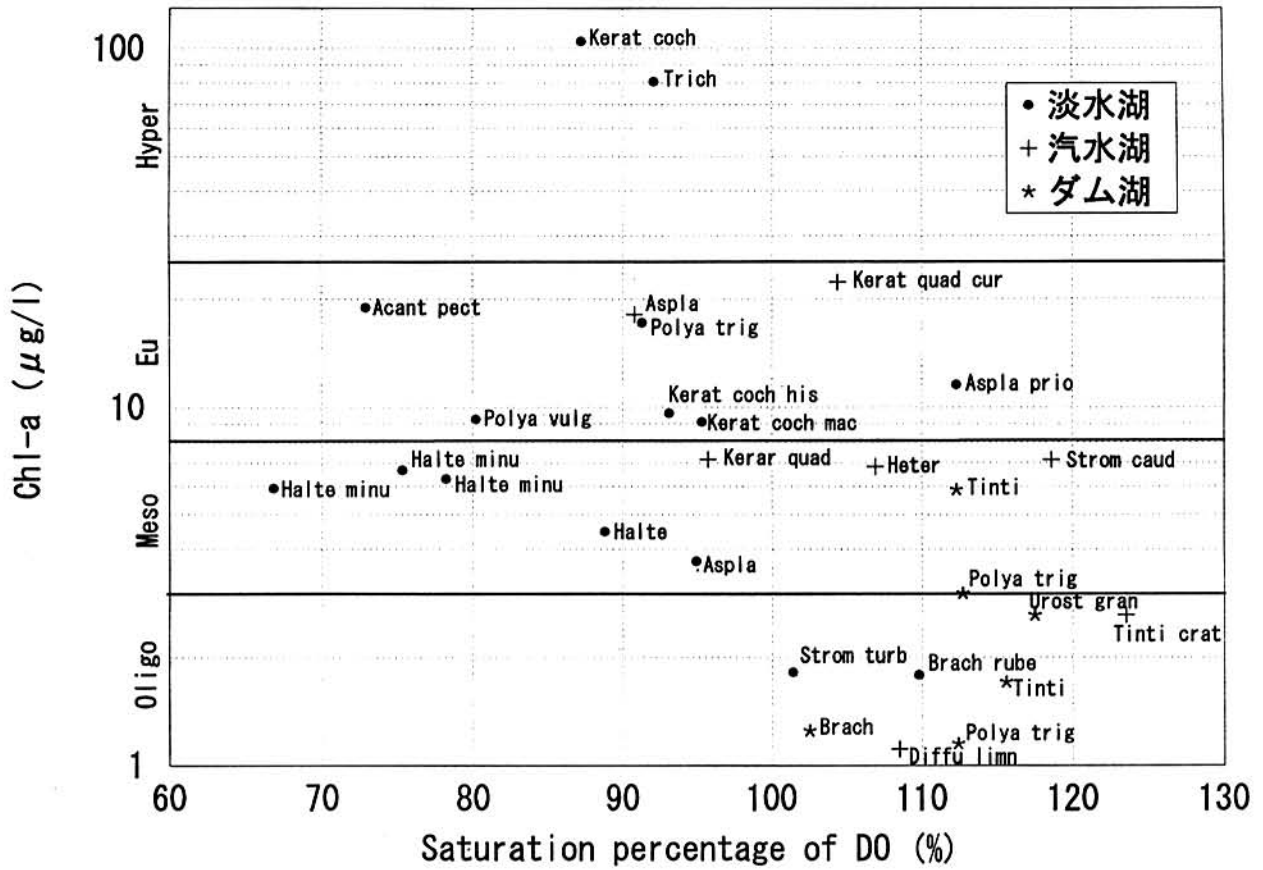


図-3 溶存酸素 (DO) の飽和百分率、クロロフィル-a (Chl-a) 濃度と優占動物プランクトンの関係

Oligo, Meso, Eu, Hyper はそれぞれ貧栄養レベル、中栄養レベル、富栄養レベル、過富栄養レベルを示す。種名の略語: Acant pect, *Acanthocystis pectinata*; Aspla prio, *Asplanchna priodonta*; Aspla, *Asplanchna* sp.; Brach rube, *Brachionus rubens*; Brach, *Brachionus* sp.; Diffu limn, *Diffugia limnetica*; Halte minu, *Halteria minuta*; Halte, *Halteria* sp.; Heter, *Heterophrys* sp.; Kerat coch his, *Keratella cochlearis* var. *hispida*; Kerat coch mac, *Keratella cochlearis* var. *macracantha*; Kerat coch, *Keratella cochlearis*; Kerat quad cur, *Keratella quadrata* var. *curvicornis*; Kerat quad, *Keratella quadrata*; Polya trig, *Polyarthra triga*; Polya vulg, *Polyarthra vulgaris*; Strom caud, *Strombidium caudatum*; Strom turb, *Strombidium turbo*; Tinti, *Tintinnidium* sp.; Tinti crat, *Tintinnopsis cratera*; Trich, *Trichocerca* sp.; Urost gran, *Urostyla grandees*

6 おわりに

参考文献

日本列島は南北に長く (北緯24°~45°、約2000 km)、北海道はその北端に位置している。ブラキストン線 (Blakiston's line) や八田線 (Hatta's line) のような生物境界線が北海道と本州の間に引かれたように、北海道は国内でも独自の生物相を有している。これは主に寒冷な気候に起因するものであるが、プランクトン相に関しても北海道の特異性は予想される。湖沼の水質や生物相は周期的に変化するという事を考えると、本報告は湖沼環境のある一断面を見たにすぎず、湖沼生態系の実体を把握するためには継続的な調査が必要である。今後さらに知見を蓄積し、それらを比較検討していくことによって北海道の湖沼生態系の特徴、遷移を明らかにしていくことが可能になるものと思われる。

- 1) 日本水道協会 (1993) 上水試験方法.
- 2) 北海道公害防止研究所 (1990) 北海道の湖沼.
- 3) 森下郁子 (1983) ダム湖の生態学. 山海堂.

Dominant planktonic species of 52 lakes in Hokkaido.

**Seiki Igarashi
Hidetoshi Mikami
Shuji Hino
Koichi Sakata
and Jiro Arisue**

Abstract

This report contains a list of dominant species for phyto- and zooplankton at 52 lakes in Hokkaido from 1990 to 1994. Planktons listed up were 94 species for phytoplankton, and 40 species for zooplankton in those lakes. We illustrated diagrammatically the relationship among transparency, chlorophyll-*a* concentration, and nutrient (phosphorus and nitrogen) concentrations of each lake, and also discussed the tendency of water types and dominant plankton species.

GISを活用した自然環境保全サポートシステムの構築

金子正美 小野 理 村野紀雄 東野 裕*

要 約

北海道環境科学研究センターにおいて1993年から開発を進めている自然環境保全サポートシステムに関し、ハードウェア、ソフトウェア、データの整備の状況について紹介し、GISを活用した今後のシステム開発の方向を示した。システムの構築に当たっては、住民が理解しやすい自然環境の評価手法の開発及びGISをベースとしたグラフィカルユーザーインターフェイス (GUI) を持つシステムの開発の必要性を指摘した。さらに、このシステム開発と情報のネットワーク化により、自然環境保全施策を情報面から具体的にサポートすることが可能となることを示唆した。

Key words : 環境情報、環境評価、リモートセンシング

1 はじめに

北海道環境科学研究センターでは、北海道の自然環境を総合的に解析するため、1993年4月に自然環境保全科を新設し、翌年1月に地理情報処理、人工衛星情報の画像処理を行うコンピュータシステム (GIS:Geographic Information System)を導入した。現在、これにデータベース、インターネットなどを加えたコンピュータシステムにより、自然環境保全施策の立案推進を情報面からサポートする「自然環境保全サポートシステム」の開発を進めている。

「自然環境保全サポートシステム」は、コンピュータを活用した単純なデータ処理システムではなく、北海道の自然環境の現状や変化を的確に捉え、それを自然環境の保全に関する行政施策等に具体的に反映しうる意思決定支援システムである (小野ら1995)。

小野ら(1995)は、自然環境保全サポートシステムの構築には、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]が重要であることを指摘している。さらに、コンピュータシステムとして、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取りまとめ、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)システムの開発を提案している。

これらを実現していくためには、分野の異なる情報を1枚の地図に表示し、シミュレーション結果等をビジュアルに表現できるGISが有効なツールとなる。

本報告では、自然環境保全サポートシステムの構築に関し、現在当センターにおいて整備している機器、ソフト、データの概要について紹介し、GISを活用した今後の具体的な自然環境保全サポートシステムの開発方向について述べる。

2 機器、ソフトウェア、データの種類

2.1 ハードウェア構成

当センターのコンピュータシステムは、データベースを構築するワークステーション (EWS) サーバー、画像解析及び地理情報処理を行うクライアントワークステーション、インターネットゲートウェイ用ワークステーション、パソコン (PC) サーバー、クライアントパソコンで構成され、これらをLANで連結し、周辺機器、ソフト、ファイルの共有化を図っている(図1)。

周辺機器は、入力装置として、地図データを入力するデジタイザー、空中写真等の画像を入力するスキャナー、出力装置としてA1サイズの地図を印刷する静電プロッター等を有している。

記憶媒体は、磁気テープ、DAT、MO等を利用している。ハードディスク容量は、15ギガバイト (EWS) である。

2.2 ソフトウェア構成

当センターで利用しているソフトウェアを表1に示す。各種の情報を管理するためのデータベースソフトとして

*富士通エフ・アイ・ピー株式会社

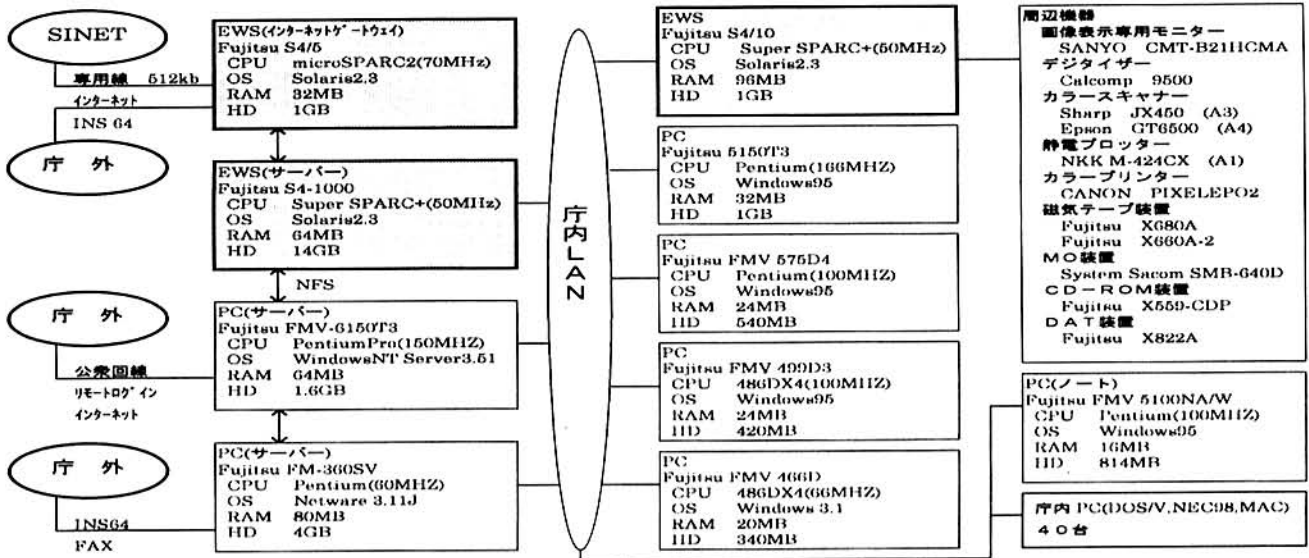


図1 ハードウェアの構成

Oracle 7（オラクル）、インターネットWWWサーバー用データベースとしてSQLサーバー、パソコン用データベースソフトとしてAccess（アクセス）を利用している。

地理情報処理及び画像解析については、高度な解析にはワークステーション版のArc/Info（アークインフォ：地理情報処理）、Erdas Imagine（アードスイマジン：画像処理）を利用し、単純な加工や表示はパソコン版のArcView（アークビュー）、Photoshop（フォトショップ）を利用している。

表1 ソフトウェアの構成

種類	ソフト名
データベース	Oracle 7.0, SQL Server, MS Access
地理情報	Arc/Info 7.0, ArcView 2.1
画像処理	Erdas Imagine, Photoshop

2.3 データの種類

現在まで蓄積しているデータの種類の表2に示す。

データは、緯度経度を基準に分割したメッシュにコードを付したメッシュデータ、地理的データのうち、点、線、面で表現されるベクターデータ、空中写真や人工衛星画像といったラスターデータに区分される。

メッシュデータは、環境庁自然環境保全基礎調査結果、国土数値情報、国勢調査結果、メッシュ気候値等、主に国が提供するデータを変換しデータベース化しているほか、自然環境に係る現地調査、環境アセスメント報告書、学術論文、博物館標本目録等の情報を蓄積している。

ベクターデータは、海岸線、河川、道路位置など基礎的な地理項目については国土数値情報を変換し、また、道内の湿原位置、鳥獣保護区位置については独自にデジタルタイザ入力した後、Arc/Infoのデータファイルに変換しデータ

ベース化している。

ラスターデータのうち、人工衛星画像についてはアメリカのLANDSAT（ランドサット）衛星のTMデータを全道域で定期的に更新蓄積し、土地被覆分類や植生分類を行っている。

また、全道域の5万分の1の地形図をスキャナーで取り込み2値化（白黒画像）しデータベース化しており、人工衛星画像やメッシュデータの背景図として活用している。事業によってはフランスのSPOT（スポット）衛星、アメリカの気象衛星NOAA（ノア）のデータ、空中写真を適宜組み合わせ活用している。

なお、地理データのうち、国土数値情報及び地形図データは、北海道総務部情報管理課で開発を進めている地域計画情報システムにおいて作成されたものを活用している。

表2 データの種類及びスケール

形態	スケール	情報の種類
メッシュデータ	100m	土地利用
	250m	標高
	1km	動植物分布、植生区分、地象(地形、地質、起伏、傾斜方向、土壌区分、谷密度)、気象(気温、降水量、積雪深)、人口
	5km	狩猟捕獲(ヒグマ、エゾシカ)、動植物分布
ベクターデータ (点、線、面情報)	—	海岸線、行政界、道路、河川、湖沼、自然公園、自然環境保全地域、鳥獣保護区、都市計画地域、農業地域、森林地域、湿原等
ラスターデータ (画像処理)	—	人工衛星データ(LANDSAT、SPOT、NOAA) 空中写真、地形図(5万分の1)

3 自然環境情報の表示・解析・情報提供

3.1 情報処理の流れ

表2に示したデータは、地理データはUTM座標に変換し、データタイプによって、文献データベース、種目録データベース、メッシュデータベース、ベクターデータベース、ラスターデータベースに蓄積している。

さらに、データベースソフト、地理情報ソフトの機能を利用した情報の検索・加工、画像処理ソフト、地理情報ソフトによるGIS解析、パソコンの描画ソフトなどを活用した地図や画像など環境情報のビジュアルな表示が可能である。(図2)。

また、解析結果等は、行政施策の立案等に利用しやすい形で知識カードDB(小野ら、1995)にとりまとめ、インターネット等を通じて情報を公開する予定である。

以下に具体的な表示解析事例を示す。

3.2 GISによる自然環境情報の表示

蓄積されたデータのうち地理情報はUTM座標に変換しているため、すべての地理データを同一平面上に表示することが可能である。図3から図5にその表示例を示す。

図3は、国土数値情報の海岸線、市町村境界、自然公園の線情報に、気象衛星NOAAから得られた全道域の植生指数(NDVI)を3次メッシュデータ化(約1km²)し重ね、さらに苫小牧地域のLANDSAT TM画像を重ねあわせて表示している。

図4は、国土数値情報の標高データから3次元モデル(TIN)を作成し、LANDSAT画像を重ねたものである。このモデルを使うことにより、北海道の全ての地域について、任意に方向、角度を決め、高さの倍率を変更した鳥瞰図を作成することができる。

図5は、LANDSAT TM画像から抽出した森林分布に北側(上部)のみ地形図(1/50000)を重ねたものである。

このように、地域レベル(100km²程度)の表示は、地形図を背景として使うことにより、人工衛星データの解析結果や野生生物の分布などの位置を明確に地図上で特定することができる。

3.3 情報の解析

異なるタイプのデータであっても、データフォーマットや座標系を統一することによって、様々なデータを同時に表示し、解析することが可能である。

図6は、千歳市、苫小牧市の周辺の10年間の土地利用の変化を1984年と1993年のLANDSAT TM画像を重ねあわせ、抽出したものである。LANDSAT衛星は、1982年に4号が打ち上げられ、解像度約30mの画像が16日周期で得ることができる。これにより、自然環境の季節変化や、土地被覆等の経年変化のモニタリングを行うことができる。

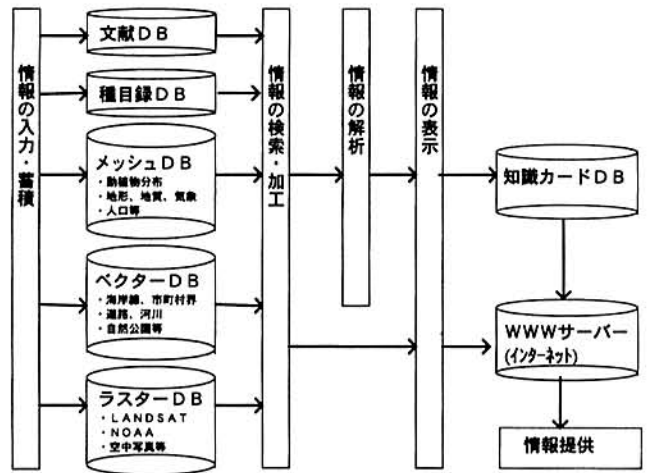


図2 データ蓄積、解析、表示の流れ

図7は、標高モデルから作成した北海道南部の渡島半島の鳥瞰図に湿原や草原のうち自然性の高い地域(環境庁の植生区分の自然度10)と国立公園等の自然公園の位置を表示したものである。

このオーバーレイ解析により、自然性の高い地域と現状の保護区のずれを検出することができ、今後の保護区設計の基礎資料となる。この手法は、ギャップ分析(Scott et al, 1993)と呼ばれ、アメリカでは、自然保護区の計画策定のために、現在40以上の州で実施されている。

図8は、北海道東部の海域の水質状況をLANDSAT TMのBand 1で表示し、陸域に、河川流路、都市計画区域、農業地域、林業地域(以上、国土数値情報)、森林位置(環境庁現存植生図)を表示したものである。今後、このデータに海域や河川の詳細な水質調査結果や、発生源からの負荷量を与え、GISを活用して、流域単位の面的な解析や、地形や潮流といった様々な環境要素との総合的な解析を行うことにより、河川や海域の水質変化に関する因果関係の解明を行うことができる。

このように、環境情報のみならず土地利用や社会経済情報を地理データ化し統合することにより、過去と現在の環境の状況を地図上で比較したり、データの組み合わせによって、環境変化の正確な予測評価や、施策立案、施策効果のモニタリングなど、具体的に行政施策をサポートする情報解析が可能となる。

3.4 情報の発信・提供

GISをベースとした情報は、ビジュアルでわかりやすいことから、住民と行政との合意形成のための基礎資料や環境教育の教材として最適である。

近年、多くの自治体ではマルチメディアやインターネット等の技術を応用して、生活情報や行政情報を住民へ公開、提供する試みが実施され始めている。特にインターネットによる情報提供は、提供する情報をパンフレットのように印刷、配布する必要がないこと、情報の更新が容易なこと、

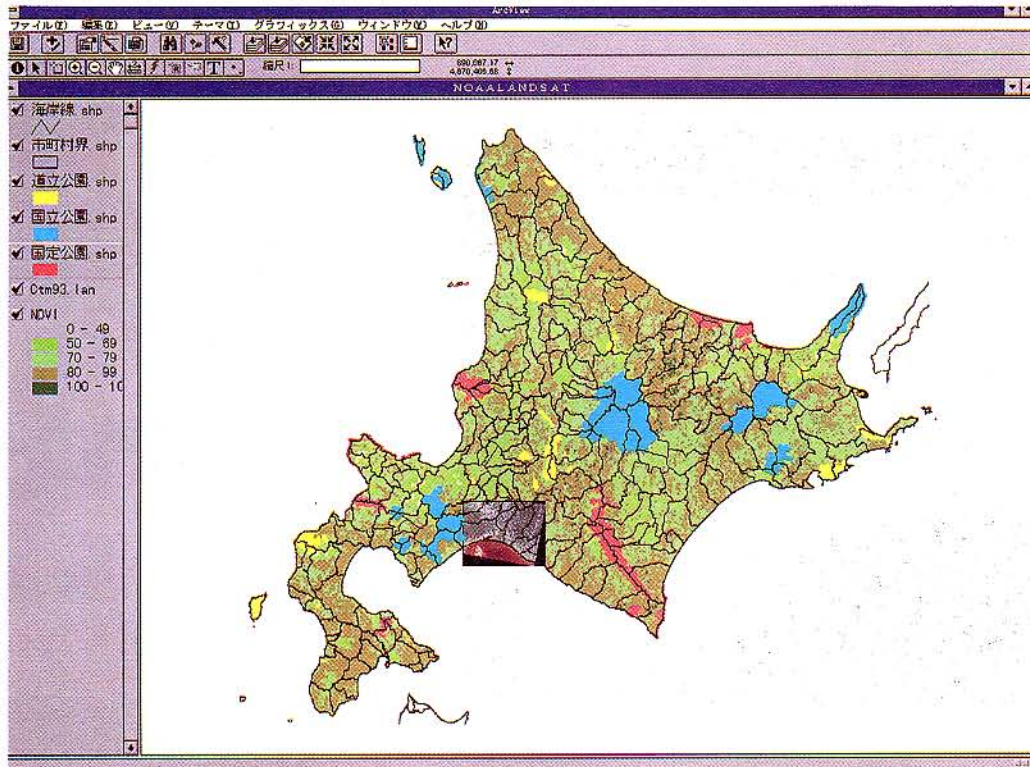


図3 地理情報の表示例1：地理データと人工衛星画像の重ねあわせ画像
(海岸線、市町村境界、自然公園（以上国土数値情報）、NOAA植生指数、LANDSAT
TM画像)

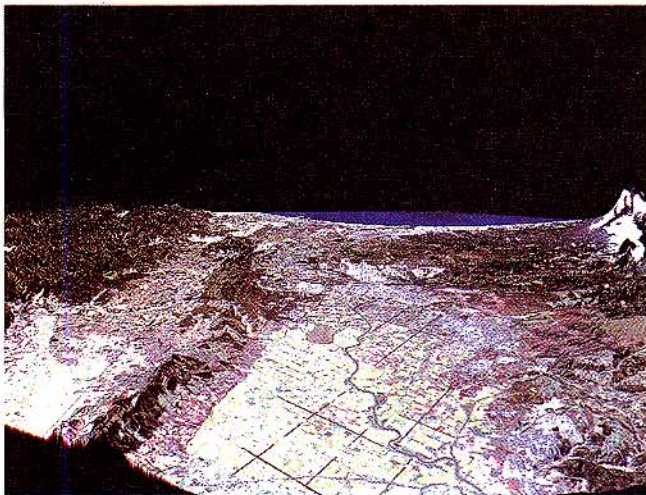


図4 地理情報の表示例2：石狩南部地域の鳥瞰図の作成
(標高（国土数値情報）、LANDSAT TM画像)

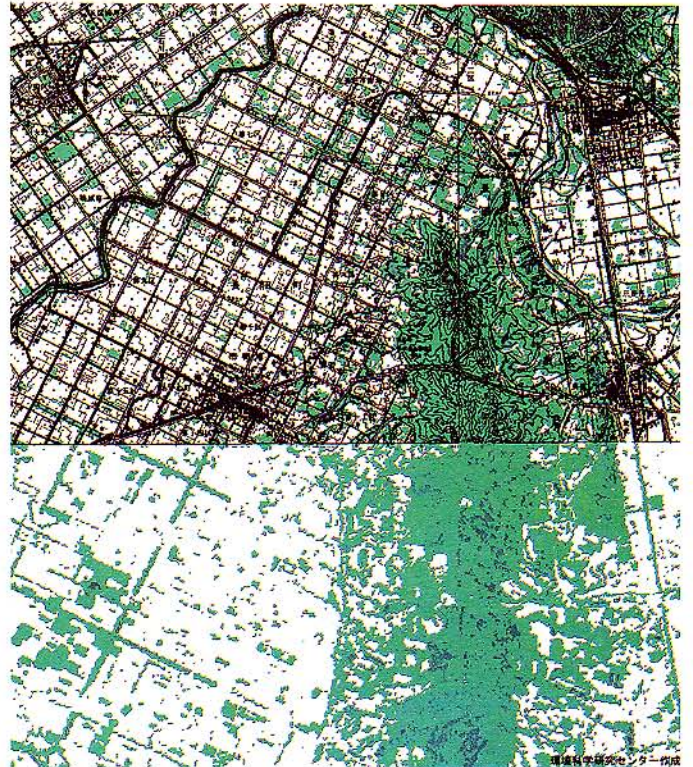


図5 地理情報の表示例3：長沼町周辺の緑地分布
(LANDSAT TM植生指数(NDVI)、地形図(5万分の1))

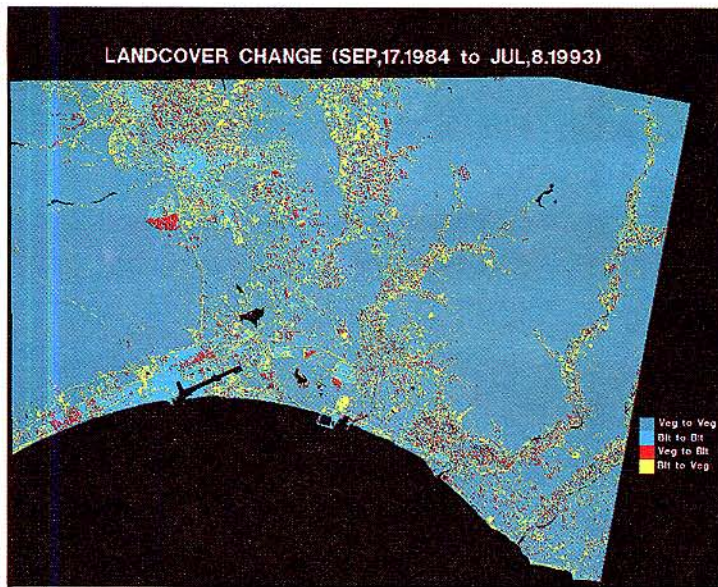


図6 解析事例1：石狩南部地域におけるLANDSAT TMデータの比較による土地被覆変化の抽出

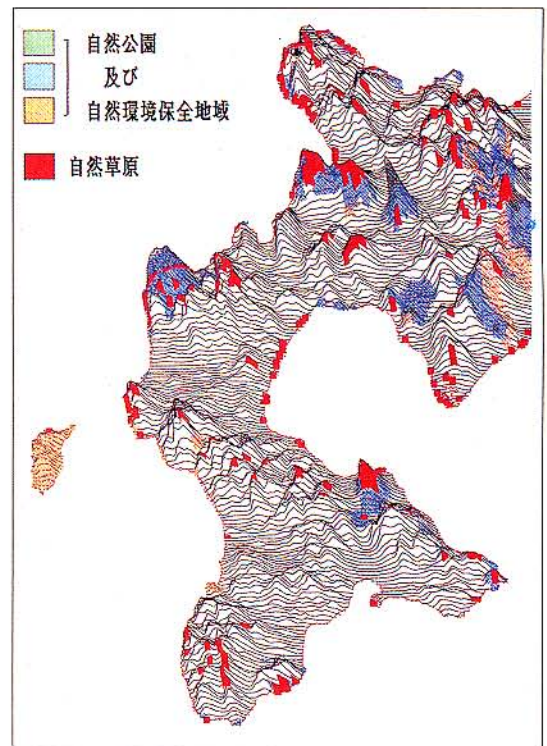


図7 解析事例3：ギャップ分析による道南地域の自然植生の評価

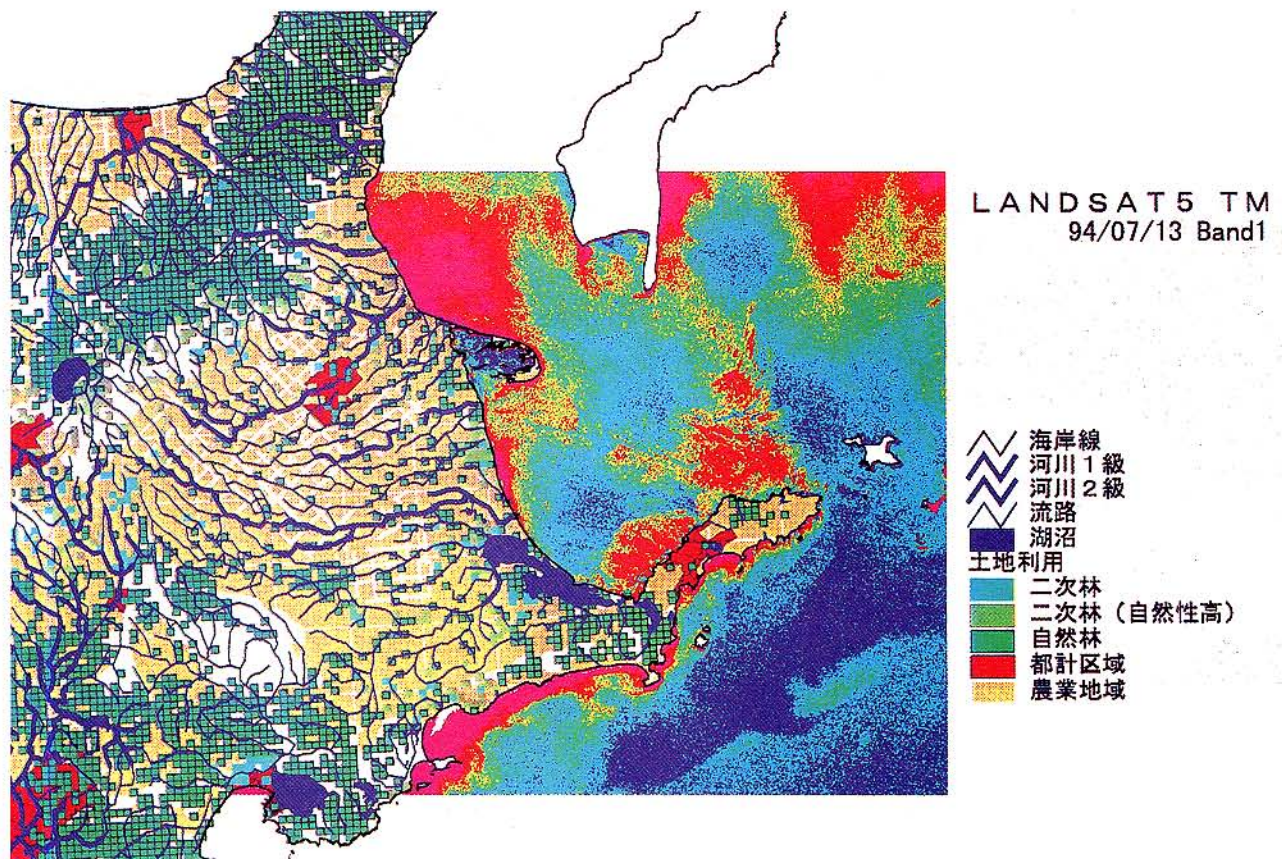


図8 解析事例2：道東地域の土地利用と沿岸域の濁水分布

地域のみならず世界へ発信できることなど、今後の情報提供の重要なツールになると考えられる。

図9は、当センターが試験的に開発しているWWW (World Wide Web) サーバーの概要である。

当センターのWWWサーバーは、PCサーバー(Windows NT)を用い、HTMLによるホームページ、SQLサーバー、JAVA言語により開発した検索画面を組み合わせ、データ検索を行う仕組みを構築している。

情報の検索は、キーワードを入力し文献や地図を検索したり、また、逆に、北海道地図から地域で確認された種のリストや調査文献リストを検索することが可能である(図10、11、12)。

このWWWサーバーにより、北海道のどこにどのような野生生物や貴重な自然が存在するかを容易に知ることができ、環境部局での活用のみならず、開発部局、開発事業者、NGOにとって貴重な情報源となると考えられる。

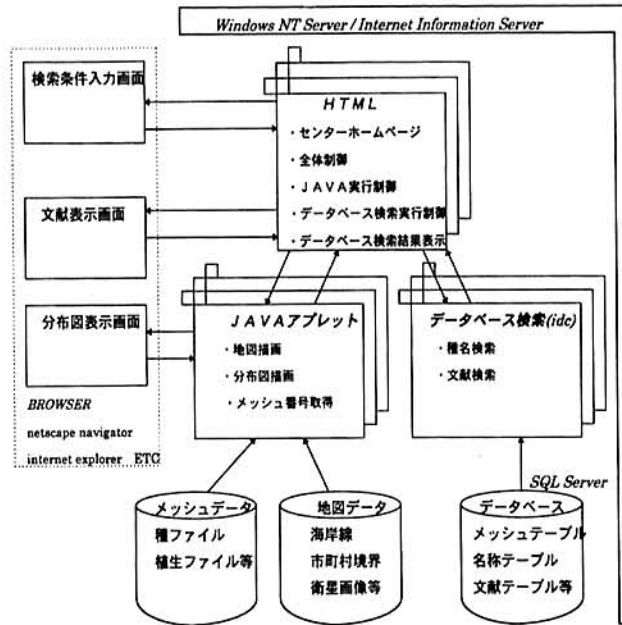


図9 北海道環境科学研究センターWWWの概要

4 今後の方向

4.1 環境情報に対する住民・行政ニーズ

平成6年度に総理府が行った「国土の将来像に関する世論調査」によると、これから20年間の国づくりにおいて特にどのようなことに力を入れるべきかという質問に対し、「自然環境の保護」を挙げた人の割合は約4割と最も高く、今後、様々な行政計画や開発事業において自然環境の保全に対する住民の関心は、ますます高まるものと予想される。

このため、様々な行政施策の立案実施に際しては、こうした住民ニーズを十分反映することが必要であり、住民、事業者、行政等のパートナーシップによる地域の環境保全への取り組み、例えば環境アセスメントにおける住民参加

と三者の合意形成などを幅広く推進していくことが求められている。

しかし、現実を目を向けると、社会経済活動の拡大とともに、農耕地・宅地開発による身近な自然の消失、ゴルフ場などリゾート開発による自然生態系の変化、埋め立て等による海岸域の改変などが日本各地で加速度的に進行している。一方、こうした開発事業等の実施に際して、地域の自然環境の現状や変化が的確に把握され、地域住民の意見や要望を踏まえた住民参加型の地域環境保全対策が進められているとは言い難い状況にある。

また、開発の是非に関して、地域住民から客観的でわかりやすい環境情報の提供が強く求められているものの、行政や事業者からの情報や環境影響に関する説明は、文字や数値の羅列でわかりにくいことが多い。

このようなことから、行政計画や開発事業などの実施に当たっては、住民・事業者・行政の三者が環境保全や環境改善に関する情報や知識を共有し、それらを踏まえて三者が「同じテーブルについて議論」し、自然環境の保全や開発の影響についての意見交換や合意形成を行うことのできる場が求められている。

このためには、先に紹介した情報処理手法に加え、住民が理解しやすく総合的に環境を評価する手法の開発と、この環境評価をリアルタイムで実現できるシステムの開発が必要となる。以下に環境評価手法及びシステム開発の考え方について述べる。

4.2 GISによる環境評価手法開発の考え方

開発による自然の改変、都市化による土地利用の変化、野生生物の減少、河川の水質汚濁など様々な環境の事象は、全て空間(地域)上で発生する。

このことは、これら環境要素をすべて地図上に表現し、さらに、データを基準化することにより、空間分析による環境の現況評価、また地図上で様々なシミュレーションモデルを利用した環境変化の予測解析、さらに一歩進めてそれらの解析結果等に基づく自然環境全体の概念的なモデル構築など、地図をベースとした環境の総合評価が可能であることを示している。

GISは、これらの手法開発のための強力なツールとなると考えられる。

当センターでは、現在、様々なデータやシミュレーションモデルをGIS上で組み合わせ自然環境を評価する手法を検討している。その基本的考え方を図13に示す。

まず、各環境資源の空間的な分布状況の把握し、これら情報を全て地図に表現し、空間スケールを統一した個別環境資源マップを作成する。これにより、地図間の比較が可能となり、オーバーレイ手法による空間分析やギャップ分析、地理情報解析手法による計測・統計処理等の地図の演算、関連する地図を組み合わせ情報統合化した地図間

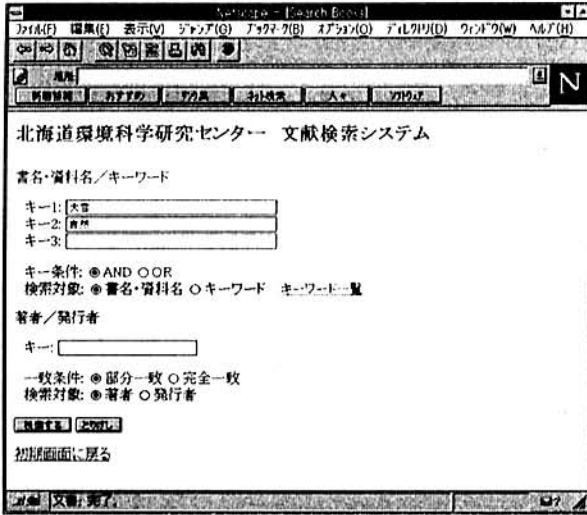


図10 WWW文献検索画面



図11 北海道地図から文献、種情報を検索する検索画面

2次メッシュ 664501の文献一覧

文献名をクリックすると文献の詳細が表示されます。

文献番号	文献名	編者・巻名	著者名	発表年
1	北見支庁管内の高山の植物分布	北見の植物とともに (刊行録・記録)	川代啓一	1968
2	第2群植物群1) 東部林植生	知床半島自然生態系総合調査報告書(記録・植物誌)	野島洋一郎、佐藤謙、清水雅典、野島和子、中村和子	1979
3	道庁管内自然環境保全地帯と知床半島全島の調査報告書	道庁管内自然環境保全地帯調査報告書	佐藤謙、西川信彦、塚本隆徳、松井洋、中山隆司、小池文人、小林正寛、伊藤海野	1984
4	道庁管内自然環境保全地帯と知床半島全島の調査報告書	道庁管内自然環境保全地帯調査報告書	佐藤謙、西川信彦、塚本隆徳、松井洋、中山隆司、小池文人、小林正寛、伊藤海野	1980
5	道庁管内自然環境保全地帯と知床半島全島の調査報告書	道庁管内自然環境保全地帯調査報告書	佐藤謙、西川信彦、塚本隆徳、松井洋、中山隆司、小池文人、小林正寛、伊藤海野	1979
6	道庁管内自然環境保全地帯と知床半島全島の調査報告書	道庁管内自然環境保全地帯調査報告書	佐藤謙、西川信彦、塚本隆徳、松井洋、中山隆司、小池文人、小林正寛、伊藤海野	1971
7	第2群植物群1) 東部林植生	知床半島自然生態系総合調査報告書(記録・植物誌)	佐藤謙	1980
8	第2群植物群1) 東部林植生	知床半島自然生態系総合調査報告書(記録・植物誌)	佐藤謙	1979
9	川代啓一植生目録	北見の植物とともに 刊行録	伊藤重樹	1900
10	道庁管内自然環境保全地帯と知床半島全島の調査報告書	道庁管内自然環境保全地帯調査報告書	伊藤重樹、新行潤雄	1974
11	道庁管内自然環境保全地帯と知床半島全島の調査報告書	道庁管内自然環境保全地帯調査報告書	伊藤海野	1973
12	Phytosociological Studies on the Herbaceous Vegetation of Rishiri Coast	The Journal of Science of the Hiroshima University	Nakanishi, Hiroki	1975

2次メッシュ 664501に生息する種の一覧

種名をクリックすると文献の一覧が表示されます。

和名	学名	学名
ヒカゲノカズラ	トウゲシバ	Lycopodium serratum
ヒカゲノカズラ	トリスギク	Lycopodium chinense
ヒカゲノカズラ	マンネシバ	Lycopodium obscurum
ヒカゲノカズラ	アズレカズラ	Lycopodium complanatum
ヒカゲノカズラ	タカゲヒカゲノカズラ	Lycopodium nidomense
イワヒバ	エゾトリスギク	Selaginella sibirica
イワヒバ	エゾトリスギク	Selaginella helvetica
トウク	スズメ	Equisetum arvense
ゼンマイ	ゼンマイ	Ornithoglossum japonicum
マキノオシロイ	マキノオシロイ	Plagiogyria setsumarensis
マキノオシロイ	マキノオシロイ	Asplenium incisum
シシガシラ	シシガシラ	Struthiopteris japonica
オシロイ	オシロイ	Dryopteris crassirhiza
オシロイ	オシロイ	Polytrichum braunii
オシロイ	シシガシラ	Arachnoides utica
オシロイ	オシロイ	Dryopteris amurensis
オシロイ	シシガシラ	Dryopteris austriaca
オシロイ	シシガシラ	Arachnoides standishii
オシロイ	シシガシラ	Polytrichum trapezoides
ヒメシバ	ヒメシバ	Phlegopteris connectilis
メシバ	メシバ	Athyrium brevifrons
メシバ	メシバ	Woodzia manchuriensis

図12 文献検索結果及び種リストの出力結果

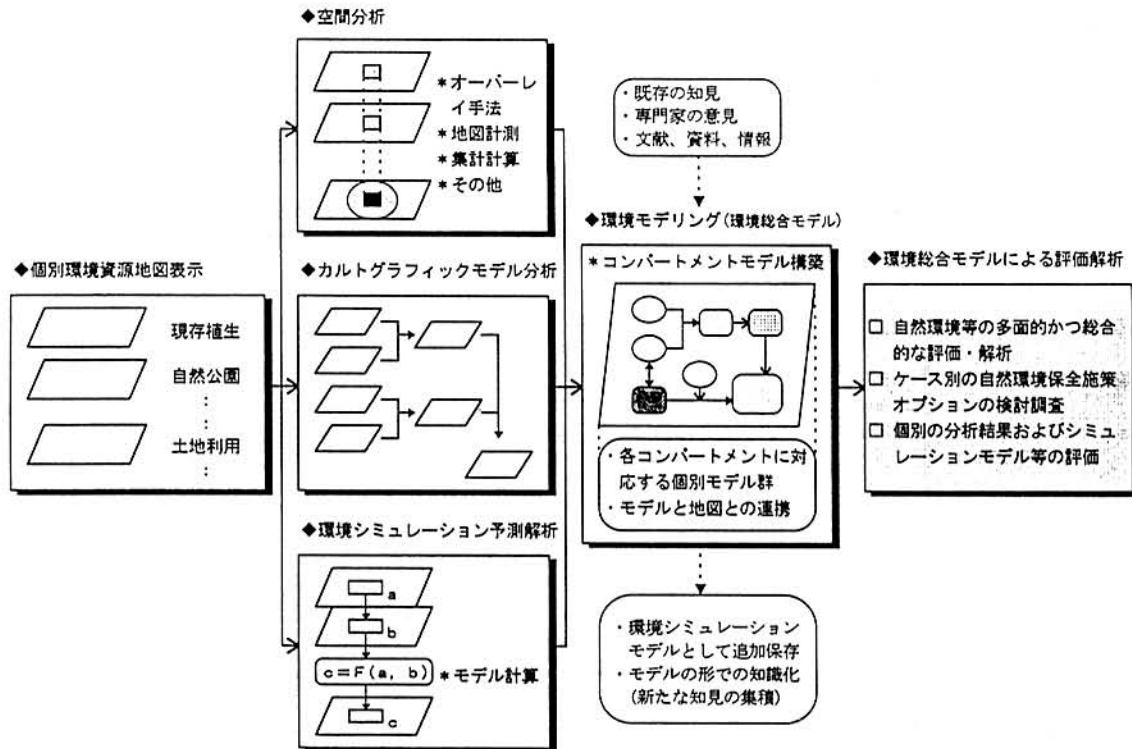


図13 GISによる自然環境評価手法

の演算が可能となる。

さらに、環境予測解析のための様々なシミュレーションモデルを地図に挿入し、関連する環境地図との連携を図ることにより、個別のシミュレーション結果を地図上で統合的に比較対照して環境評価を行うことができる。

シミュレーションモデルの種類としては、生態系モデルとして、食物連鎖、生態的ピラミッド、生物化学的循環モデル、生物濃縮、個体群モデル、生態学的指標など、また、物理的・化学的モデルとしては、大気汚染シミュレーションモデル、水質汚濁シミュレーションモデルなどが、考えられる。さらに、土地利用モデル、環境経済評価(CVM等)などの社会経済モデルを組み込むことも可能である。このように地図上に情報を表現し、環境を評価する手法は、環境資源の空間分析を中心としたランドスケープエコロジー(Landscape Ecology)が基本的な考え方となる。

ただし、この手法では、環境や景観の違いにより地域を区分し、あらかじめ解析に対象となる地域単位、時間単位を規定しておくことが重要である。

このため、解析のベースとなる環境資源地図の作成にあたっては、個々の環境要素が影響を受ける範囲、影響を及ぼす範囲について、地域的・時系列的に整理し、データを分類しておく必要がある。

このように分類整理されたデータをGISにより解析することにより、その評価結果は、総合的環境特性図に表示できるほか、地域スケールや時間スケールの異なる要素などとの関連については、概念的な自然環境関係モデルを構築

し、そのモデルの構造図(コンパートメントモデル等)を環境地図と関連付けて表現することにより、環境メカニズムの現象や人間活動の環境影響の因果関係を空間的に把握することも可能となると考えられる。

4.3 GISによる環境評価手法を組み込んだコンピュータシステムの設計

上記の環境総合評価手法を活用して、実際に自然環境の解析・評価を行うには、それを有効に支援するコンピュータシステムが必要である。

このシステムは、GISをベースとして、環境情報データベース、様々な環境解析システムやシミュレーション予測システム、さらに環境モデル構築支援システムなどの主要なシステム機能を有機的に連携させるものである。

現在、当センターにおいて検討しているシステムの基本的なフレームは、図14に示すとおりであり、システムの設計にあたっては、次の要件を満たすことが必要と考えている。

- ① 様々なシステム作業は、基本となる環境地図をグラフィカルユーザインターフェイス(GUI)として実行できることとする。
- ② 本システムは、以下の4つの主要なサブシステムを相互連携させた総合システムとする。

- ・GISサブシステム
- ・環境情報データベースサブシステム
- ・環境シミュレーションサブシステム

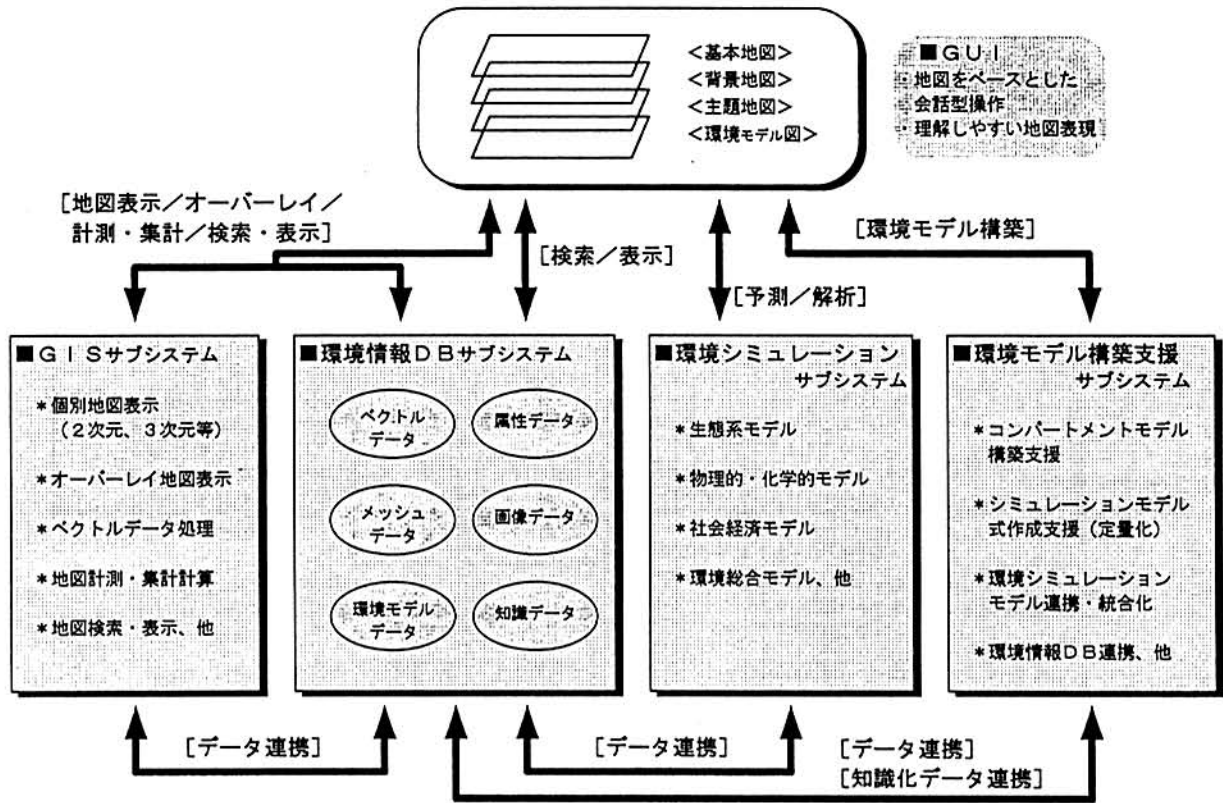


図14 GISを活用した自然環境保全施策サポートのためのコンピューターシステム

・環境モデル構築支援サブシステム

③ GISサブシステムでは、以下のような地図情報を対象とする。

- ◇基本地図レイヤ (ベクターデータ)
 - ・行政区分、海岸線、主要河川、主要道路(鉄道)など
- ◇背景地図レイヤ (ラスターデータ)
 - ・衛星観測結果; 土地被覆、土地利用、植生、地表面温度など
- ◇主題地図レイヤ (ベクターデータ、メッシュデータ)
 - ・自然環境、生活環境、社会経済、産業、環境汚染、指定地域など
- ◇環境関係モデル図レイヤ (イメージデータ)
 - ・個別環境シミュレーションモデル構造図
 - ・テーマ別環境モデル図

④ 各サブシステムの連携を図り、様々なシステム作業を通じて得られた成果を知識化する機能を整備する。

以上、図14に示す基本フレームを基に先に述べたデータや解析手法を組み込んだシステムを構築することにより、地図をベースにした会話型の操作で、理解しやすいビジュアルな地図が作成できることから、住民ニーズ、行政ニーズに応じた情報提供を即時に行うことが可能となると考えられる。

5 おわりに

GISをベースとした自然環境評価手法及びシステムの開発により、自然環境保全施策の立案や推進を情報面からサポートすることが可能となると考えられる。

さらに、北海道の環境モニタリングデータや解析結果を、国や大学の研究機関、国際環境研究機関、国や市町村の行政機関、事業者、NGO等との情報交換を通じて情報をネットワーク化し、情報の付加価値を高めていくことにより、環境保全に係る研究と行政との連携、地域と地域の連携、住民事業者行政のパートナーシップの形成が推進されると期待される(図15)。

当センターでは、この環境保全のための情報ネットワークをEDS-Net (Environmental Decision Support Network: 略称イーデスネット)と呼び、今後、情報の交流を通じた人、組織、地域のネットワークの形成を推進していく予定である。

謝 辞

本報告の作成に当たり、北海道総務部情報管理課から地理情報の提供をいただいた。

また、LANDSATデータは、EOSAT/宇宙開発事業団から、SPOTデータは、SPOT IMAGE/宇宙開発事業団から提供いただいた。

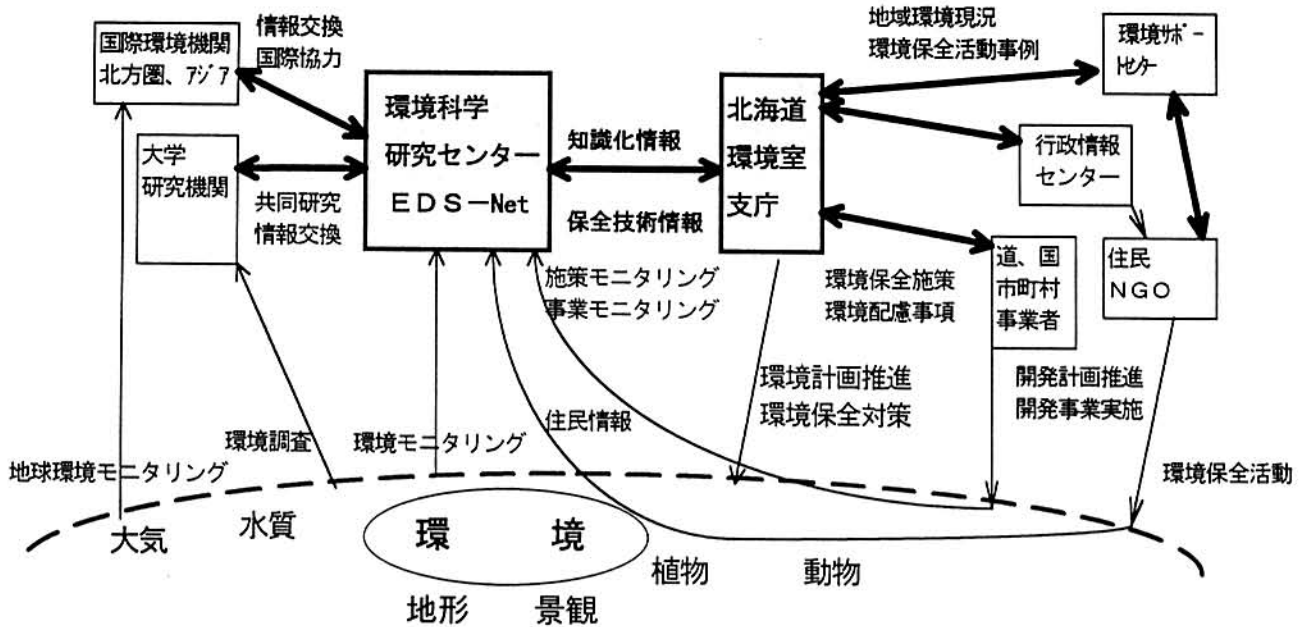


図15 環境情報のネットワーク

ここに厚く謝意を表明します。

Planning Decision-Support-System for Nature Conservation based on GIS

参 考 文 献

- 1) 小野 理、金子 正美、村野 紀雄：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－、北海道環境科学研究センター所報、22：44-54 (1995)
- 2) Scott, J.M., H. Anderson, B. Butterfield, S. Caicco, B. Csuti, F. Davis, F. D'erchia, T. C. Edwards, C. Groves, R. Noss, Jr., J. Ulliman & R. G. Wright : Gap analysis : A geographic approach to protection of biological diversity. Wildlife Monographs, 123:1-41(1993)

Masami Kaneko
Satoru Ono
Norio Murano
and Hiroshi Tono

Hokkaido Institute of Environmental Sciences established the Natural Environment Conservation Section, within the Nature Conservation Department, in April 1993. In January 1994, the center introduced GIS for conducting integrated analysis of information on natural environment and started to establish "Decision Support System for conservation".

In this paper, hardware, software and data set which are equipped in the system are introduced.

The main system consists of three EWS for database, GIS and internet. Peripherals include input devices, such as a digitizer and scanner, and output devices, such as electrostatic plotter and color copying machine.

Software for analysis include the database software "Oracle 7", "Erdas Imagine," for image-analysis, and "Arc/Info" for GIS.

To take effective policies, it is important to develop a comprehensive method for the evaluation of the natural environment and to establish the system based on GIS with GUI.

It is suggested that establishment of the system and information network can help draft and evaluate effects of conservation policies from the view of data management.

25年間におけるサロベツ湿原の変化と保全対策

西川洋子 宮木雅美 堀 繁久

要 約

サロベツ湿原の保全プラン策定のため、湿原の改変状況や乾燥化に伴う湿原植生の変化について調査を行った。1970年と1995年の植生図を作成し、植生タイプ毎の面積を比較した。1970年にはすでに牧草地化が進んでいたが、国立公園区域外にも湿原がまとまって存在していた。1995年になると国立公園区域外における牧草地化はさらにすすみ、公園の境界線間際まで造成が行われた。25年間で湿原植生の約27%が消失した。現存する湿原植生については、比較的良好なミズゴケ湿原が存在した上サロベツ地域を除き、パンケ沼南や下サロベツでは乾燥化の指標であるクマイザサの被度が高く、湿原の乾燥化が進行していることが示された。上サロベツ地域では、ミズゴケの被度が高い場所にはトキソウ、ヒメシヤクナゲなどミズゴケ上に生育する種が出現したが、ミズゴケの被度が低い場所ではこれらの種にかわって大型草本や低木類などヌマガヤ湿原要素や湿性草原要素の種が増加し、湿原植物の種構成は大きく変化していた。湿原生態系を適正に保全するためには、森林など緩衝帯を配置した十分な保全エリアを確保するとともに、乾燥化に対する湿原植生の回復と維持のための水位調節や侵入植物の強制的排除など積極的な保全対策を実施することが必要である。

Key words : 湿原の人為的改変、湿原の乾燥化、植生図、ミズゴケ、湿原植物群落の種組成

1 はじめに

気候が冷涼な北海道には広大な湿原が発達している。湿原は北海道を代表する自然植生の一つであるが、開拓の歴史のなかで農地などへの改変が進み、その多くが失われた。また、高水位や水位変動などの水環境によって維持されている湿原生態系は、周辺部の開発の影響を受けやすい。現存する湿原についても乾燥化による植生の変化など質の低下が問題になっている。残り少ない貴重な自然植生として湿原を適正に保全していくことが求められており、そのためには個々の湿原について、適切な保全対策を検討することが急務となっている。

北海道では平成6年に策定された湿原保全マスタープランに基づき、個別の湿原保全プランの策定を進めている。その基礎資料を得るため、1995年にサロベツ湿原の調査を行った。サロベツ湿原はわが国を代表する湿原の一つであり、夏季には多くの人々が訪れる。かつて、北海道の日本海側に発達していた石狩湿原など広大なミズゴケ湿原のほとんどが消失したなかで、サロベツ湿原はほぼ原型が残された唯一の湿原である¹⁾。しかし、牧草地等の造成により、周辺の自然植生は改変され、湿原自体の面積も減少している。また、近年、乾燥化が進行し、湿原植生の変化も認められている。そこで1970年及び1995年のサロベツ原野一帯の植生図を作成し、開発による植生の人為的改変の進行状況を把握した。また乾燥化に伴う湿原植生の変化についても調査を行ったのでその結果を報告し、今後の保全対策に

についても検討する。

2 調査地

サロベツ原野は北海道北部、日本海に注ぐサロベツ川下流域に広がる(図1)。北端の兜沼から南端の天塩川まで南北約27km、東西約5~8kmで、その中心部に湿原が発達している。湿原面積は釧路湿原に次いで大きい。北海道の湿原のなかでは、降雪量の多い日本海側に発達する多雪低地型湿原に分類され、ミズゴケ湿原の発達が著しい¹⁾。湿原の泥炭層の厚さは平均4~5m、厚いところで7~8mに達する²⁾。豊富測候所によると、1995年の月平均気温は最暖月の8月が19.2℃、最寒月の2月は-6.3℃で、年降水量は1,105mm、最大積雪深は94cmであった³⁾。

上サロベツからパンケ沼を経てパンケ沼周辺までの湿原地域と砂丘列を含む海岸域は、1974年に利尻礼文サロベツ国立公園に指定され(図1)、そのうち、上サロベツ地域とパンケ沼周辺地域は特別保護地区に指定された。また、湿原の南端の海岸地域は、サロベツ川の治水対策のために国立公園指定時に保留地として残され、現在に至っている(図1)。

3 方 法

3.1 植生図の作成および改変地の把握

サロベツ原野一帯の自然植生の面積の変化と開発の状況

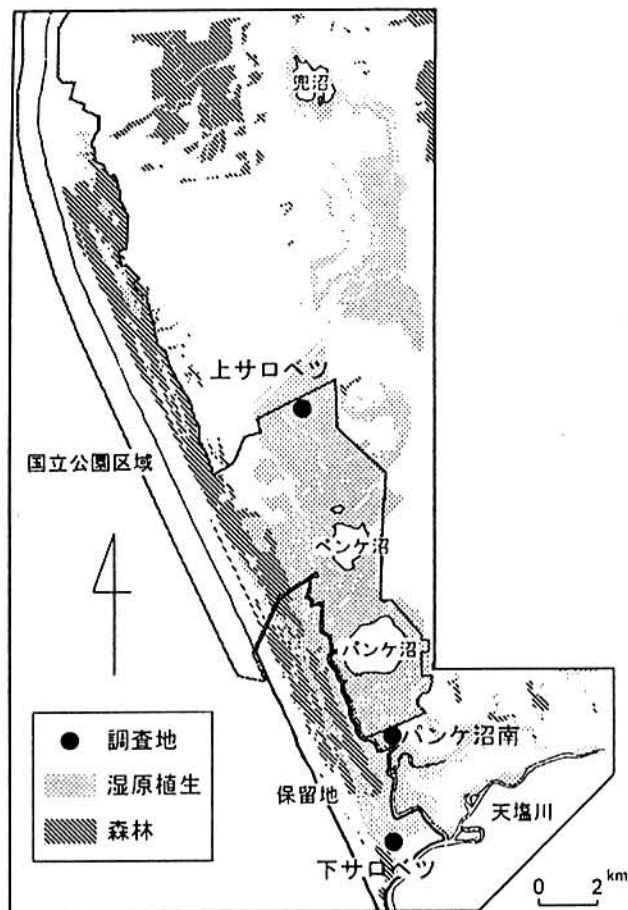


図1 調査地位置図

を把握するため、1970年及び1995年の植生図を作成した。環境庁による第2回及び第3回自然環境保全基礎調査にもとづく5万分の1現存植生図（稚咲内、天塩、豊富、雄信内）について、1970年及び1995年に撮影された航空写真を用いて人為的に改変が行われた部分の修正を行った。これをもとに、コンピューターにより作図及び彩色を行った。また、作成した植生図から植生タイプ毎の面積を求めた。

3.2 植生調査

湿原植生に対する乾燥化の影響を把握するために、1995年7月5日～7日に上サロベツ、パンケ沼の南側、下サロベツの3カ所で植生調査を行った（図1）。

上サロベツの調査地は国立公園内湿原地域の北端に位置し、特別保護地区と公園の境界との間の特別地域内である。この地域には、泥炭採掘跡が幅約3mの帯状に7m間隔で存在する。泥炭採掘は1939年から行われ¹⁾、その後約50年間放置されてきた。採掘跡を垂直に横切る長さ140mのラインを設定し、これに沿って採掘跡地5カ所と未採掘地10カ所を2×2m²の方形区により調査した。

パンケ沼の南側の調査地は、国立公園区域外で境界線にほぼ接する。隣接地では国営大規模草地開発事業による草地造成が進められている。ここに900mのラインを設定し、100m毎に2×2m²の方形区を10カ所設定し、調査を行っ

た。

下サロベツの調査地は保留地内に設定した。この地域には、国立公園区域外では最も広い湿原が残っている。ここでは湿原内を踏査し、主要な植生タイプについて2×2m²の方形区による調査を7カ所で行った。

4 結果

4.1 25年間におけるサロベツ原野地域の自然植生の改変状況

この地域では、酪農が基幹産業として位置づけられ、国、道、町による草地造成が行われてきた。1970年にはすでに、湿原周辺の牧草地化は進んでいたが、兜沼周辺や上サロベツ、下サロベツなど国立公園区域外にも良好な湿原がまとまって存在していた（付図1）。

しかし、1995年になると国立公園区域外では湿原の多くが牧草地へ改変され、公園の境界線まで造成が進んでいた（付図1）。さらに、牧草地へ改変されなかった湿原でも泥炭採掘や河川の浚渫工事に伴う土砂廃棄が行われている場所が認められた。

植生タイプでは、ツルコケモモミズゴケ群集、ヌマガヤ群落、ヨシ群落、湿地林といった湿原植生の消失面積が大きかった（表1）。1970年に約12,300haであった湿原面積は25年間で約3,400ha消失し、1995年には約73%の約8,900haになった。これに対し、25年間で新たに造成された牧草地は約3,200haであった。森林の面積は、海岸林が約15ha減少したものの、ほとんど変化はなかった。また、ハマナス群落などの海岸草原が約140ha消失した。

また、保留地になっている幌延町内の海岸地域は、かつて牧草地であったが放棄され、砂利採取地となった（付図1）。砂丘植生はサロベツ地域の特徴的な植生の一つであるが、砂利採取跡地にはボタンやヒメスイバなど帰化植物が大量に侵入し²⁾、このまま放置したのでは本来の海浜植生への回復は難しいと考えられる。この海岸地域では今後も砂利採取の計画がある。

4.2 湿原の乾燥化が植生に及ぼす影響

4.2.1 指標植物の変化

良好なミズゴケ湿原の指標としてのミズゴケ、乾燥化した湿原から良好な湿原まで広く生育するヤチヤナギ、乾燥化の指標としてのクマイザサの3種について、上サロベツ、パンケ沼南、下サロベツの3地域の調査区の平均被度を比較した（図2）。ヤチヤナギは3地域ではほぼ一定して出現し、この3地域が湿原植生の要素を持つことを示した。ミズゴケの被度は上サロベツで高く、パンケ沼南では全くみられなかった。逆に、クマイザサの被度はパンケ沼南で最も高く、上サロベツでは出現しなかった。上サロベツ地域は比較的良好なミズゴケ湿原であり、隣接した地域で現在

表1 植生図をもとに測定した、1970年および1995年におけるサロベツ原野地域の植生タイプ毎の面積

植生タイプ	面積割合 (%)		増減
	1970年	1995年	
海岸草原	6.1	5.6	-0.5
湿原	42.0	30.4	-11.5
湿地林	(14.5)	(10.6)	(-3.9)
ツルコケモモ-ミズゴケ群集	(2.7)	(2.1)	(-0.6)
ヌマガヤ群落	(6.9)	(2.8)	(-4.1)
ヨシ群落	(6.6)	(5.4)	(-1.2)
チシマザサ-クマイザサ群落	(8.2)	(6.4)	(-1.8)
開放水面	(3.0)	(3.0)	(0)
ササ草原(山間部)	5.8	5.7	-0.1
天然林	12.5	12.5	0
針広混交林	(7.0)	(7.0)	(0)
広葉樹林	(5.6)	(5.5)	(-0.1)
植林	0.6	0.6	0
牧草地	30.8	40.6	9.8
畑地	0.2	0.2	0
改変跡地(二次草原化)	0	2.1	2.1
泥炭採取跡地	(0)	(0.2)	(0.2)
土砂廃棄跡地	(0)	(0.3)	(0.3)
砂利採取跡地及び牧草跡地(海岸地域)	(0)	(1.6)	(1.6)
改変中	0.2	0.5	0.3
泥炭採掘地	(0.2)	(0.4)	(0.2)
砂利採取地(現在採取中)	(0)	(0.1)	(0.1)
市街地、港等	1.8	1.8	0
合計	100.0	100.0	

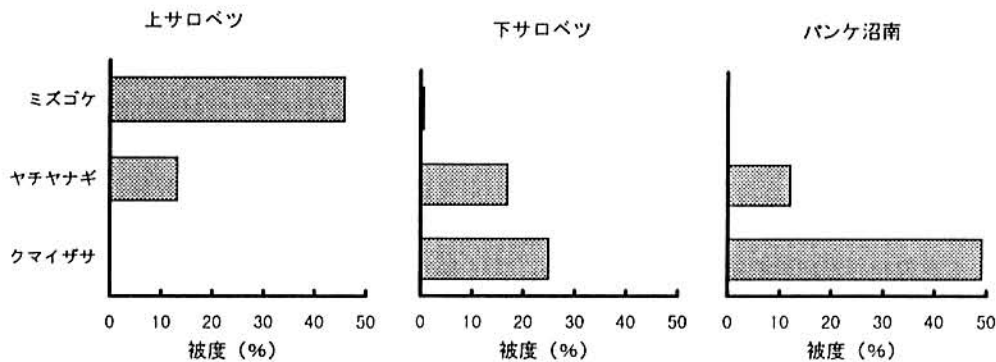


図2 各植生調査地域におけるミズゴケ、ヤチヤナギ、クマイザサの平均被度

草地造成が行われているパンケ沼南の調査地が最も乾燥化が進行している。また、下サロベツでも湿原内に水路が掘られており、乾燥化が進んでいた。

4. 2. 2 ミズゴケの被度と群落種組成との関係

上サロベツの調査地にはかつての泥炭採掘跡地が帯状に存在する。現在ミズゴケの被度が高い場所は多くが採掘跡地で、非採掘地ではわずかか全く分布しない方形区が多かった。ミズゴケの被度が異なる場所では植物群落の種組

成が異なっていた(図3)。ミズゴケの被度が高い方形区では、トキソウ、サワラン、ヒメシヤクナゲ、モウセンゴケ、ツルコケモモなどが出現した。これらはブルテといわれる盛り上がったミズゴケ上に生育する種である。また、ヤチスゲ、ミツガシワ、カキツバタなどがシュレンケといわれる凹地にみられた。ミズゴケの分布していない方形区では、ツルコケモモやガンコウランなどは出現したが、ラン科植物など希少種を含む8種の植物がみられなかった。ミズゴケの被度とミズゴケ上に生育する種の出現数には、

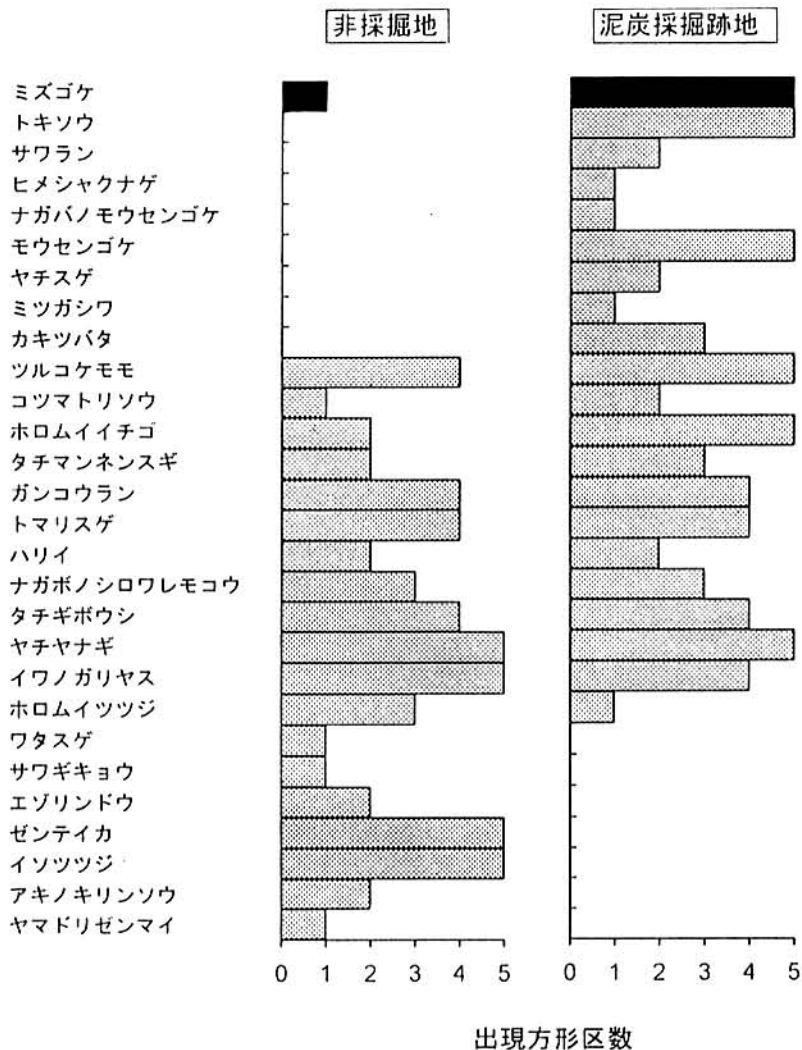
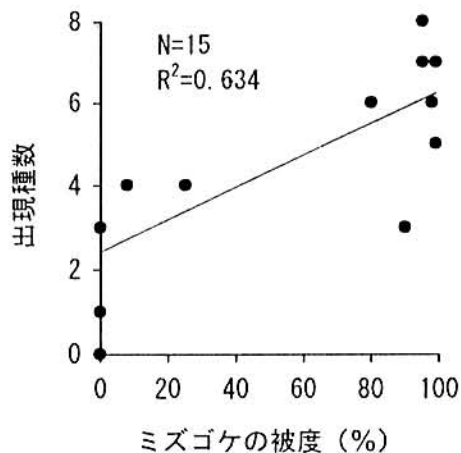


図3 上サロベツ植生調査地内の泥炭採掘跡地と非採掘地に生息する種の出現頻度



ミズゴケ上に生育する植物
トキソウ・サウラン・ヒメシヤクナゲ・ツルコケモモ・ガンコウラン・モウセンゴケ・ナガバノモウセンゴケ・コツマトリソウ・ホロムイイチゴ・タチマンネンスギ

図4 上サロベツ植生調査地におけるミズゴケの被度とミズゴケ上に生育する種の出現種数

正の相関が認められた(図4)。ミズゴケの被度の低下に伴い、これらの種に変わってゼンテイカ、イツツツジなどが出現し、ホロムイツツジ、イワノガリヤスの被度も高かった。ヤマドリゼンマイが出現した方形区もあった(図3)。ミズゴケが減少すると、大型草木や低木類などヌマガヤ湿原要素や湿性草原要素の種が増加し、湿原植物の種構成は大きく変化した。

5 保全対策の検討

5.1 保全エリアの確保

サロベツ原野に発達する湿原は、いくつかの同心円上のまとまりを示し、いずれも中心にミズゴケ湿原、その周囲にヌマガヤ湿原、さらにスゲ湿原あるいはハンノキ林へと広がりをみせる⁶⁾。湿原生態系を適正に保全するためには、このような植生の広がりを単位として十分な保全エリアを確保することが重要である。また、湿原植生は水位や水質など水環境によって支えられており、周辺の開発の影響を非常に受けやすいと考えられる。保全すべき湿原区域の周

圃には、森林などの緩衝帯を配置することによって周辺からの影響を最小限にとどめることが必要である。国立公園の普通地域は厳重に保護されるべきエリアの緩衝帯としての位置づけがなされている。サロベツ湿原周辺には普通地域が設定されておらず、国立公園の境界間際まで草地造成が行われている。そのため、湿原地域と牧草地など改変地域とが接しており、緩衝帯となる植生帯が確保されていない。また、湿原地域の中心部であるペンケ沼周辺は特別保護地区に指定されていない。さらに、上サロベツの植生調査地でも良好なミズゴケ湿原がみられる。サロベツ湿原が多雪低地湿原で唯一本来の姿をとどめた貴重な湿原であることを考えれば、より広いエリアの保全が必要である。保留地の取り扱いも含め、公園区域・特別保護地区の見直しが必要である。

5. 2 湿原植物群落の保全

サロベツ湿原は多雪低地湿原に分類され、ミズゴケ湿原が大面積に発達した湿原である。湿原の周辺には多雪地帯に分布するクマイザサやチシマザサが生育しており、人為的排水などによる乾燥化が進行すると湿原植生へのササの侵入が起こりやすい¹⁾。現在、サロベツ湿原へのクマイザサの侵入は著しく、さらに低木類や湿原植物以外の種の侵入が各所でみられる。水位など湿原環境の回復を図ることによって湿原植生を回復させることが急務である。

自然植生の保全策は、これまでなるべく人為的影響を排除する方向で考えられてきた。しかし、周辺に十分な緩衝帯が確保できない状況下で乾燥化が進行した場合には、土木工法などによる積極的な水位調節が必要と考える。1991年には、上サロベツの特別保護地区内で総延長550mの遮水シート埋設工事が実施され、翌年の調査で地下水位の上昇が確認されている²⁾。

さらに湿原植物以外の侵入植物の強制排除を行うことによって、より効果的に湿原植生の回復が図られると考えられる。上サロベツの植生調査地にみられた泥炭採掘跡地には50年あまりを経て良好なミズゴケ湿原が回復していた。これは、地表面を掘り下げることによる相対的な水位の上昇と、乾燥化によって侵入した植物の強制排除によるものと考えられる。また、泥炭採掘が7m間隔で帯状に行うという比較的小規模なものであったため、非採掘地から湿原植物の侵入が容易で、再び定着しやすかったと考えられる。湿原植生の復元方法は確立されていないが、乾燥化は確実に進んでおり、回復過程のモニタリングを行いながら、復元試験の実施を急ぐ必要がある。

5. 3 まとめ

現在残されている数少ない湿原を生態系として保全管理するためには、緩衝帯を配置した十分なエリアの確保と、乾燥化に対する湿原植生の回復と維持のための積極的な保全策が必要である。しかし、個々の湿原はそれぞれ特有の環境条件や遷移方向を持ち、さらに周辺の開発の状況や乾燥化の程度も異なる。従って、各湿原の特性にあった適切な保全策を講じるためには、その湿原の環境条件や植生などの基礎的なデータの集積と、それに基づく復元試験やその経過のモニタリングが必要である。

6 謝 辞

植生図作成は、北海道大学の渡辺修氏に協力いただいた。道庁自然保護課、宗谷支庁及び留萌支庁林務課自然保護係の方々には多くの資料を提供していただき、また有益な助言をいただいた。深く感謝の意を表す。

参 考 文 献

- 1) 矢部和夫：北海道の湿原。「生態学からみた北海道」（東正剛・阿部永・辻井達一編），北海道大学図書刊行会，40-52（1993）
- 2) 道北地方地学懇話会：サロベツ原野<湿原と火山灰>。「道北の自然を歩く」，北海道大学図書刊行会，22-31（1995）
- 3) 札幌管区气象台：北海道の気候1995年1-12月版，（財）日本気象協会北海道本部，（1995）
- 4) 稚内開発建設部サロベツ総合調査事務所：泥炭の工業利用。サロベツ開発のあゆみ，42pp.（1969）
- 5) 西川洋子・宮木雅美・堀繁久：天塩川下流域 植物。「すぐれた自然地域」自然環境調査報告書，北海道環境科学研究センター，89-95（1994）
- 6) 湿原生態系保全のためのモニタリング手法及び農用地からの影響緩和方策の確立に関する研究委員会：サロベツ湿原の植生。湿原生態系保全のためのモニタリング手法の確立に関する研究，（財）前田一歩園財団（環境庁自然保護局業務委託），34-36（1995）
- 7) 梅田安治・井上京：泥炭地湿原の保全対策工法（続）-湿原としての植生誘導-。土地改良北海道 13，（1992）

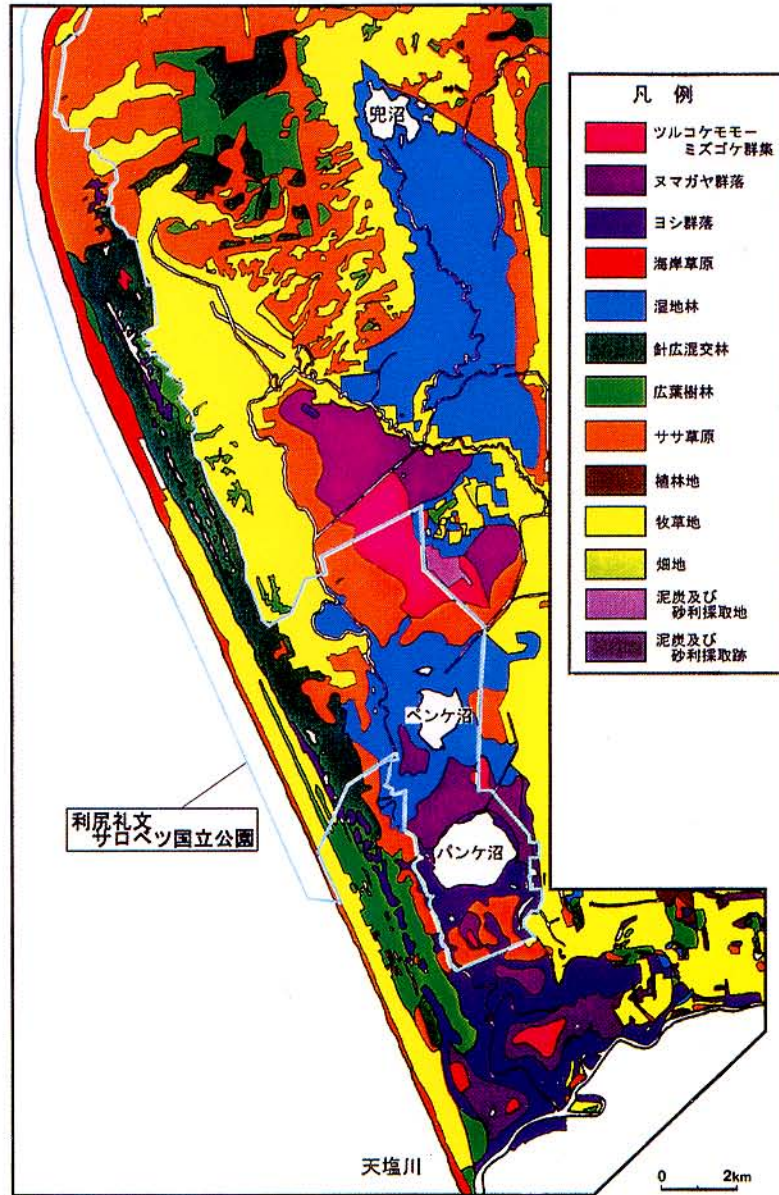
Vegetational change in Sarobetsu Mire for the last 25 years

Yoko Nishikawa, Masami Miyaki and Shigehisa Hori

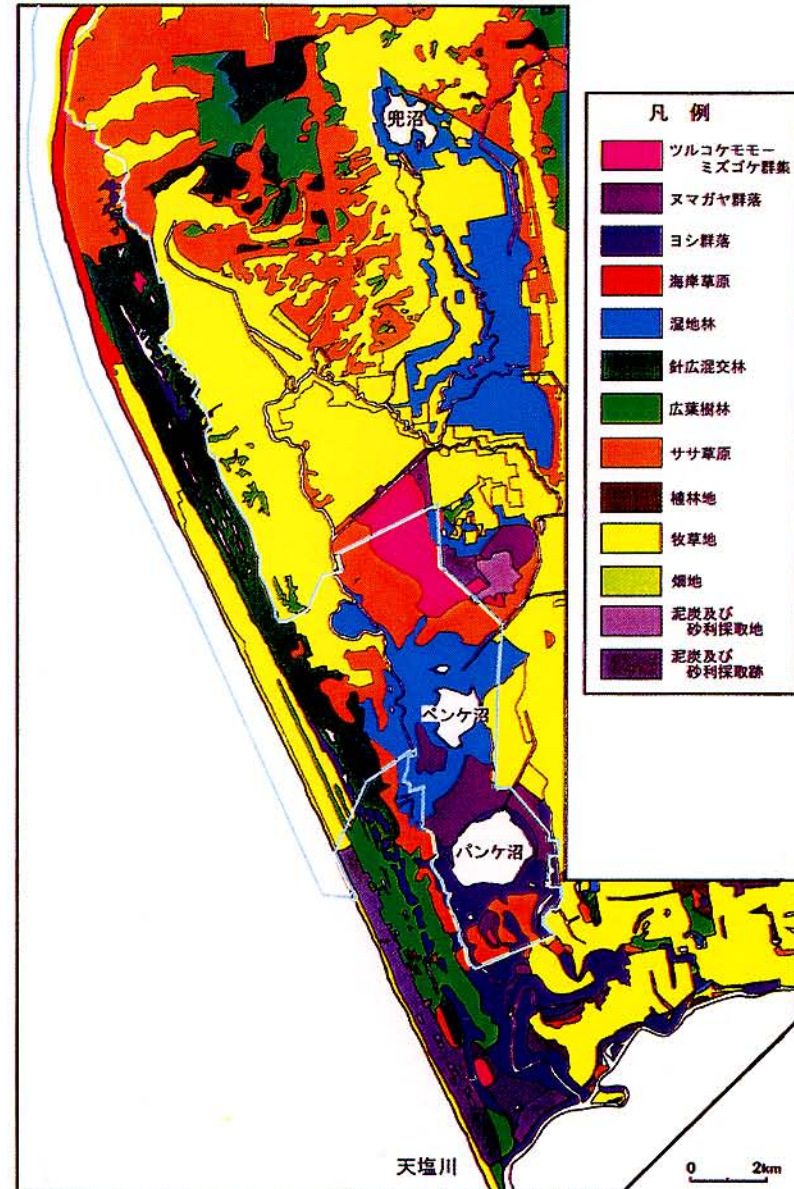
Abstract

The vegetation in Sarobetsu Mire and its change for the last 25 years were investigated to establish the wetland conservation plan. Vegetation maps of 1970 and 1995 were made to compare the areas of each vegetation types. Although many meadows had been developed before 1970, some of large wetlands had remained outside the national park. The wetland area was lost about 27% for the last 25 years (1970-1995), and the area of meadows increased and extended to the boundary of national park. Invasion of *Sasa palmata* and disappearance of sphagnums were seen at the dryer sites in wetland. At the bog in Kamisarobetsu, herb and shrub species which grow in dryer grassland invaded to the sites where the coverage of sphagnums was low, while some rare bog plants grow on the sphagnum cover. We discussed that the wetland ecosystem should be conserved by insurance of the area includes all vegetation types in wetland and buffer zone around it, and the vegetation at dried wetland should be restored by the control of water level and the removal of invaded plants.

サロベツ湿原植生図（1970年）



サロベツ湿原植生図（1995年）



付図1 1970年及び1995年におけるサロベツ湿原植生図