

降雪中非海塩由来成分の経年変動

野口 泉

要 約

降雪中の非海塩由来成分の経年変動を評価する目的で、冬期の札幌(1983~1991年度)、苫小牧東部、苫小牧(1986~1991年度)における降雪を採取した。その結果、以下の知見が得られた。

- (1) 全ての地点で、pHは低下、 H^+ 濃度、降下量は増加の傾向がみられた。
- (2) 札幌で、 NO_3^- 濃度、降下量は増加の傾向がみられた。
- (3) 全ての地点で、 NH_4^+ 濃度、降下量は増加の傾向がみられた。
- (4) 全ての地点で、 $nssSO_4^{2-} \cdot nssCa^{2+}$ 濃度、降下量は増加の傾向がみられた。

1 はじめに

欧米などでは酸性降下物による被害が年々進行しており、酸性降下物に関する種々の予測についての研究がなされている。例えば欧州では、21世紀には1億5,500万 m^3 の森林が酸性降下物の被害を受け、その被害額は毎年300億ドルにのぼるだろうと言われている¹⁾。このような予測をするためには、酸性降下物による湖沼、土壌、植物等への影響に関するメカニズムの解明と同時に、過去から将来にわたる酸性降下物の濃度や降下量を求めることも必要となる。この時、将来の予測を行う場合においても、過去からの経年変動を把握することは大変重要である。このようなことから、北海道における酸性降下物の長期的経年変動について検討を行うこととした。本報では、札幌などにおいては夏期に比べて冬期の酸性降下物量が2倍以上を示すことがしばしばあり、年降下量に対する降雪中成分の降下量の寄与はかなり大きいこと、さらに降雪の場合、春先のアシッドショックが懸念されるなど、北海道における酸性降下物の中でも最も重要な問題のひとつであること²⁾、また非海塩由来成分は、人為発生源に由来する割合が多く、pHの決定因子であり、降水の酸性化及びその抑制の原因物質であることから、降雪中非海塩由来成分の経年変動を中心に報告する。

2 調 査

降雪の調査は環境庁方式の雪採取器を用い、環境庁の酸性雨調査マニュアルに従って行った。調査地点は図1の通りで、札幌は、札幌市の住宅地域に位置する北海道環境科学研究センターの屋上



図1 調査地点

で、苫小牧東部は、苫小牧市郊外に位置する苫小牧地方環境監視センターの屋上で、苫小牧は、苫小牧市中心部の苫小牧市環境監視センターの大気汚染測定局の屋上でそれぞれ採取している。降雪の採取期間は、札幌では1983年度から、苫小牧東部、苫小牧では1986年度からそれぞれ1991年度までの12~2月の3カ月間である。降雪成分の測定は、pHはガラス電極法、ECは導電率計、 SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 Cl^- はイオンクロマト法、 NH_4^+ はインドフェノール法、 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} は原子吸光法によって行った。

なお、非海塩由来の SO_4^{2-} 、 Ca^{2+} 等の成分を求めるについては、いずれの地点においても代表的な海塩由来成分である Na^+ 、 Cl^- 、 Mg^{2+} 間の相関係数は大きく、これらの成分の組成比も海塩組成比に近いことから、 Na^+ をすべて海塩由来と仮定して、海塩組成比から算出した。また濃度が低く、

降水量の少ない非海塩由来の K^+ などを除き、 H^+ 、 NO_3^- 、 NH_4^+ 、非海塩由来の SO_4^{2-} ($nssSO_4^{2-}$)、非海塩由来の Ca^{2+} ($nssCa^{2+}$)の5成分を非海塩由来成分とした。

3 結 果

3.1 成分濃度

降雪中非海塩由来成分濃度の平均値を図2に、降水量とpH、非海塩由来成分濃度の経年変動を図3に、また、その年変化割合を表1に示す。なお、年変化割合は降水量、pHあるいは濃度を縦軸に、調査年度を横軸に取った場合の回帰直線の傾きである。

各成分濃度の平均値をみると、いずれの地点でも陽イオン過多であり、その傾向は、苫小牧で顕著であった。また、いずれの地点でも $nssCa^{2+}$ 、 $nssSO_4^{2-}$ が大きな割合を示しており、ついで NH_4^+ 、 NO_3^- 、 H^+ の順であった。全非海塩由来成分の濃度の合計は、苫小牧で高く、札幌の2.7倍、苫小牧東部の2.8倍であった。

降水量の経年変動と年変化割合をみると、降水量は、いずれの年度とも札幌で最も多く、苫小牧東部の2.9倍、苫小牧の2.4倍であった。また、札幌、苫小牧東部では、変動はみられるが、ほぼ

表1 非海塩由来成分濃度の年変化割合

地 点	降水量 mm	pH	H^+ $\mu eq/\ell$	NO_3^- $\mu eq/\ell$	NH_4^+ $\mu eq/\ell$	$nssSO_4^{2-}$ $\mu eq/\ell$	$nssCa^{2+}$ $\mu eq/\ell$
札 幌	3.61	-0.05	1.31	0.49	4.05	-2.21	-7.42
苫小牧東部	6.07	-0.09	2.32	-1.28	0.48	-7.31	-6.42
苫小牧	16.03	-0.16	0.22	-1.72	2.97	-43.09	-33.17

横ばいであり、苫小牧では、より変動が大きく、全体的にはやや増加する傾向がみられた。

pHの経年変動と年変化割合をみると、pHは、札幌、苫小牧東部では、いずれの年度とも5.6以下を示し、特に1989年度以降は5.0以下と、低下する傾向がみられた。苫小牧では、いずれの年度とも5.6以上を示していたが、1988年度までは6.2以上を示していたのに対して、1989年度以降は6.1以下と、札幌、苫小牧東部と同様に低下する傾向がみられた。また、pHの年変化割合は、苫小牧で減少の割合が大きいが、 H^+ 濃度の年変化割合は、苫小牧東部、札幌、苫小牧の順に増加の割合が大きかった。

NO_3^- 濃度の経年変動と年変化割合をみると、 NO_3^- 濃度は、札幌では濃度が低いが、やや増加する傾向がみられ、苫小牧東部、苫小牧では、札幌より濃度が高かったが、変動が大きく、全体的には減少する傾向がみられ、1988から1989年度にかけて大きく減少し、その後は増加していた。

NH_4^+ 濃度の経年変動と年変化割合をみると、 NH_4^+ 濃度は、全体的にはいずれの地点でも増加する傾向がみられたが、苫小牧東部、苫小牧では、変動が大きく、1988から1989年度にかけて大きく減少し、その後は増加していた。

$nssSO_4^{2-}$ 濃度の経年変動と年変化割合をみると、 $nssSO_4^{2-}$ 濃度は、いずれの地点でも減少する傾向がみられ、苫小牧では、札幌、苫小牧東部に比べて減少の割合が著しかった。

$nssCa^{2+}$ 濃度の経年変動と年変化割合をみると、 $nssCa^{2+}$ 濃度は、 $nssSO_4^{2-}$ 濃度と同様に、いずれの地点も低下する傾向がみられたが、苫小牧では変動が大きく、1988から1989年度にかけて大きく減少しており、全体的にも減少の割合は著しかった。

いずれの地点においても、1988年度以前と比較して1989年度以降で各成分濃度が大きく変化している場合がみられ、札幌では H^+ 濃度が上昇、苫小牧東部では、 NO_3^- 、 NH_4^+ 濃度が減少、苫小牧では、 NO_3^- 、 NH_4^+ 、 $nssSO_4^{2-}$ 、 $nssCa^{2+}$ 濃度の減少がみられた。

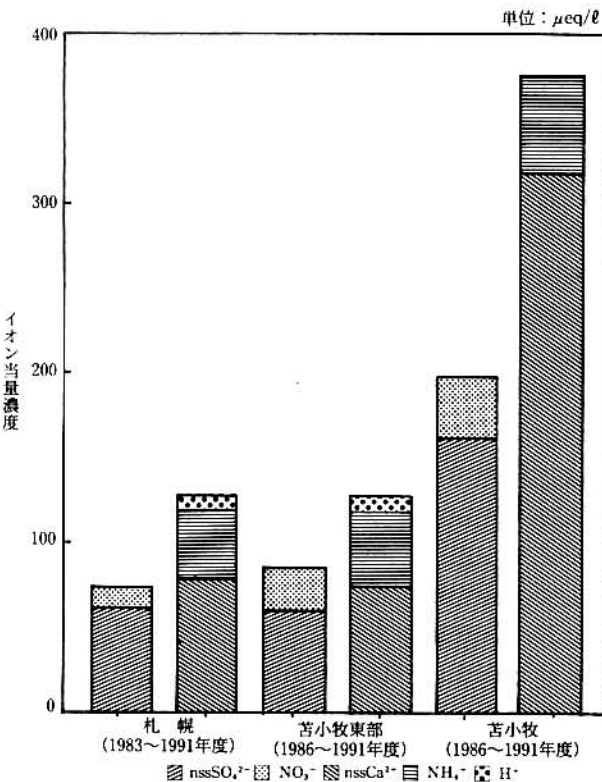


図2 非海塩由来成分濃度の平均値

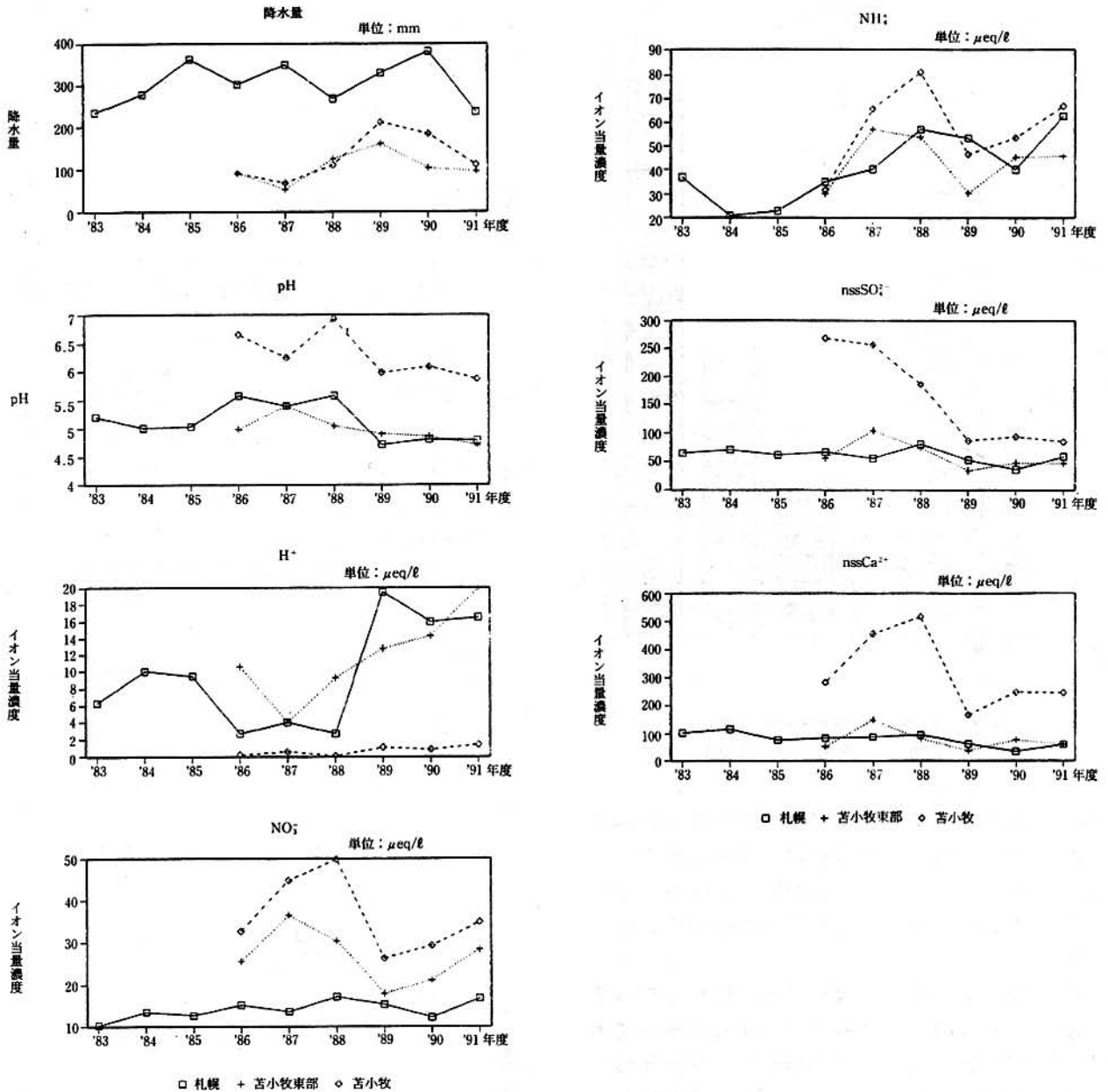


図3 降水量と pH, 非海塩由来成分濃度の経年変動

3.2 成分降下量

降雪中非海塩由来成分降下量の平均値を図4に、非海塩由来成分降下量の経年変動を図5に、またその年変化割合を表2に示す。なお、年平均割合は、降下量を縦軸に、調査年度を横軸に取った場合の回帰直線の傾きである。

成分降下量の平均値をみると、いずれの地点も陽イオン過多であり、その傾向は苫小牧で最も大きく、ついで札幌、苫小牧東部の順であった。またいずれの地点でも nssCa²⁺、nssSO₄²⁻ が大きな割合を示しており、ついで NH₄⁺、NO₃⁻、H⁺ の順であった。全非海塩由来成分の降下量の合計は、札幌、苫小牧で高く、それぞれ苫小牧東部の3.0

表2 非海塩由来成分降下量(30日あたり)の年変化割合

地点	H ⁺ μeq/m ²	NO ₃ ⁻ μeq/m ²	NH ₄ ⁺ μeq/m ²	nssSO ₄ ²⁻ μeq/m ²	nssCa ²⁺ μeq/m ²
札幌	144.4	56.6	434.9	-183.9	-656.5
苫小牧東部	89.5	19.6	109.5	-74.9	17.9
苫小牧	11.2	65.6	329.7	-1093.5	-96.8

倍、3.4倍であった。

H⁺降下量の経年変動と年変化割合をみると、H⁺降下量は、全体的にはいずれの地点でも増加する傾向がみられ、札幌では1986~1988年度は少なかったが、1989年度以降は大きく増加しており、苫小牧東部、苫小牧に比べて変動が大きかった。

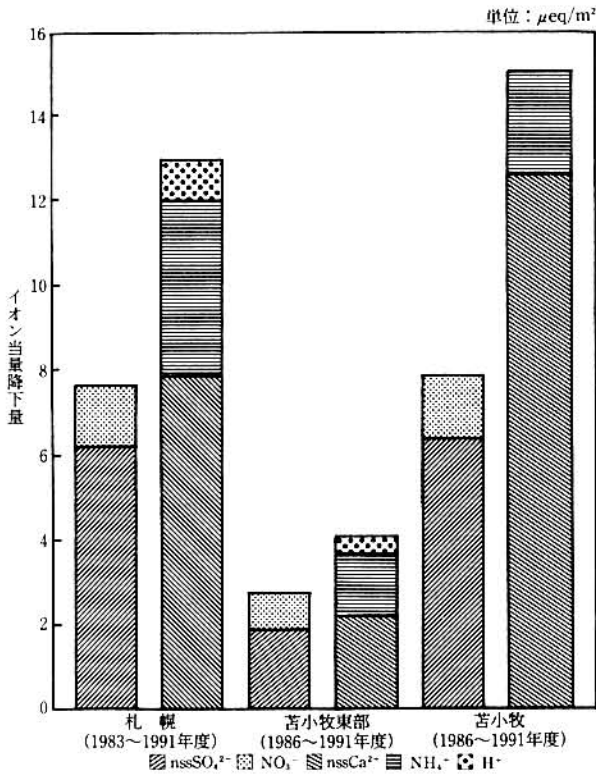


図4 非海塩由来成分降下量 (30日当たり) の平均値

NO_3^- 降下量の経年変動と年変化割合をみると、 NO_3^- 降下量は、全体的にはいずれの地点でも増加する傾向がみられたが、札幌では1989年度以降、苫小牧東部、苫小牧では1988年度以降は減少していた。

NH_4^+ 降下量の経年変動と年変化割合をみると、 NH_4^+ 降下量は、全体的にはいずれの地点でも増加する傾向がみられたが、札幌では1989年度以降、苫小牧東部では1988年度以降は減少していた。

nssSO_4^{2-} 降下量の経年変動と年変化割合をみると、 nssSO_4^{2-} 降下量は、いずれの地点でも減少する傾向がみられ、苫小牧ではその傾向が著しかった。

nssCa^{2+} 降下量の経年変動と年変化割合をみると、 nssCa^{2+} 降下量は、札幌、苫小牧では減少する傾向がみられ、札幌ではその傾向が著しく、苫小牧では変動が大きかった。また、苫小牧東部では、横ばい状態であった。

いずれの地点においても、1988, 1989年度を境にしていくつかの成分の降下量の経年変動に増減の変化がみられた。すなわち、両年度を境に、札幌では H^+ 降下量が大きく上昇し、 NO_3^- 、 NH_4^+ 降下量が減少し始めた。苫小牧東部では、 NO_3^- 、

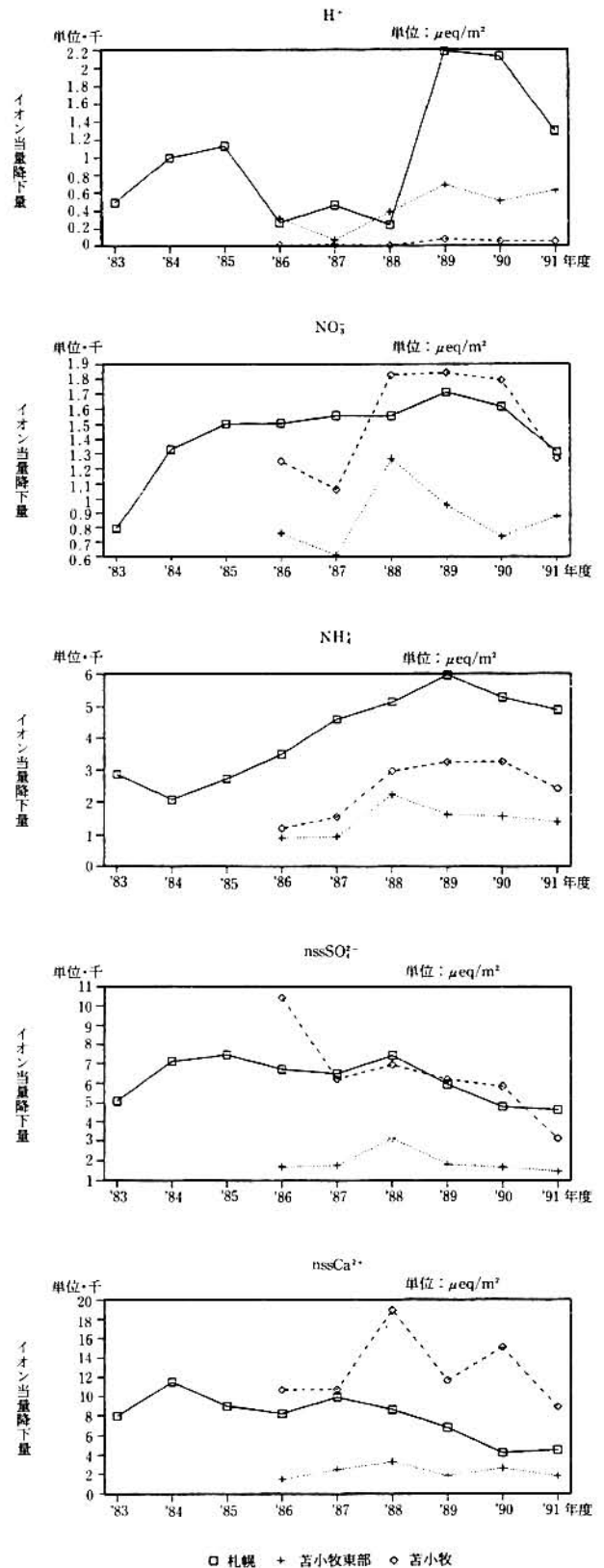


図5 非海塩由来成分降下量 (30日当たり) の経年変動

NH_4^+ 降下量が減少、苫小牧では、 NO_3^- 、 NH_4^+ 降下量が横ばいから減少、変動が大きい nssCa^{2+} 降下量が減少し始めた。

4 考 察

酸性降下物について、その影響を考える場合には、各成分の濃度や降下量が重要であるが、経年変動や地点間の比較を行う場合には、酸性降下物の基となる大気中汚染物質の把握も重要であり、特に酸性降下物の対策については大気中の汚染物質の排出量を減少させることが重要である。そこで、降雪中非海塩由来成分の濃度、降下量の経年変動と、酸性降下物の基となる大気中汚染物質である SO_2 、 NO_2 、SPM の濃度の経年変動との比較をするとともに、それぞれの経年変動とその要因について検討を行った。苫小牧東部では測定データがなかったので、札幌と苫小牧における SO_2 、 NO_2 、浮遊粒子状物質 (SPM) 濃度の経年変動を図 6 に、またこれらの濃度の年変化割合を表 3 に

表 3 大気中汚染物質濃度の年変化割合

地 点	NO_2 ppb	SO_2 ppb	SPM $\mu\text{g}/\text{m}^2$
札 幌	0.51	-0.35	-0.30
苫小牧	0.20	-0.30	-0.90

示す。なお、いずれも各年度の 12~2 月の大気中濃度の平均値を示しており、年変化割合は、濃度を縦軸に、調査年度を横軸に取った場合の回帰直線の傾きである。

降雪中の NO_3^- については、札幌では濃度、降下量ともに増加しており、大気中の NO_2 濃度の経年変動と年変化割合も、札幌では、上昇する傾向がみられた。この原因のひとつとして、札幌では、自動車台数の急激な増加などによって、大気中 NO_2 濃度、降雪中の NO_3^- 濃度、降下量の増加が起こっていると考えられた。一方、苫小牧東部、苫小牧では、濃度では減少の傾向が、降下量では増加の傾向がみられ、またいずれにしても変動が大きく、苫小牧における大気中 NO_2 濃度との比較は難しかった。

降雪中の NH_4^+ については、いずれの地点でも濃度、降下量とも増加する傾向がみられた。大気中の NH_4^+ 濃度等についての測定データは得られなかったため、比較検討は出来なかったが、この原因としては、調査時期が冬期であり、低温で積雪があるので土壌などからの発生源は無視できることから、 NO_3^- 同様、自動車台数の増加などが考えられた。しかしながら、その変動は苫小牧東部、苫小牧でも NH_4^+ 濃度、降下量は増加する傾向がみられ、 NO_3^- の場合と異なっていることから、さらに検討が必要である。

降雪中の nssSO_4^{2-} については、いずれの地点でも、濃度、降下量ともに減少する傾向がみられ、特に苫小牧でその傾向は著しかった。大気中の SO_2 濃度の経年変動と年変化割合では、全体的には、札幌、苫小牧ではともに減少する傾向がみられたが、札幌では、1984 年度以降は若干の変動はあるが、ほぼ横ばい状態であり、苫小牧でも、降雪中の nssSO_4^{2-} 濃度、降下量の減少傾向に比べて減少の割合は小さかった。これらのことから、降雪中の nssSO_4^{2-} 濃度、降下量の減少の原因を明らかにするには、 SO_2 などのガス状物質だけでなく、粒子状物質についての知見も必要であると考えられた。

降雪中の nssCa^{2+} については、札幌、苫小牧では、濃度、降下量とも減少する傾向がみられ、特に苫小牧で、その傾向が顕著であった。一方、苫

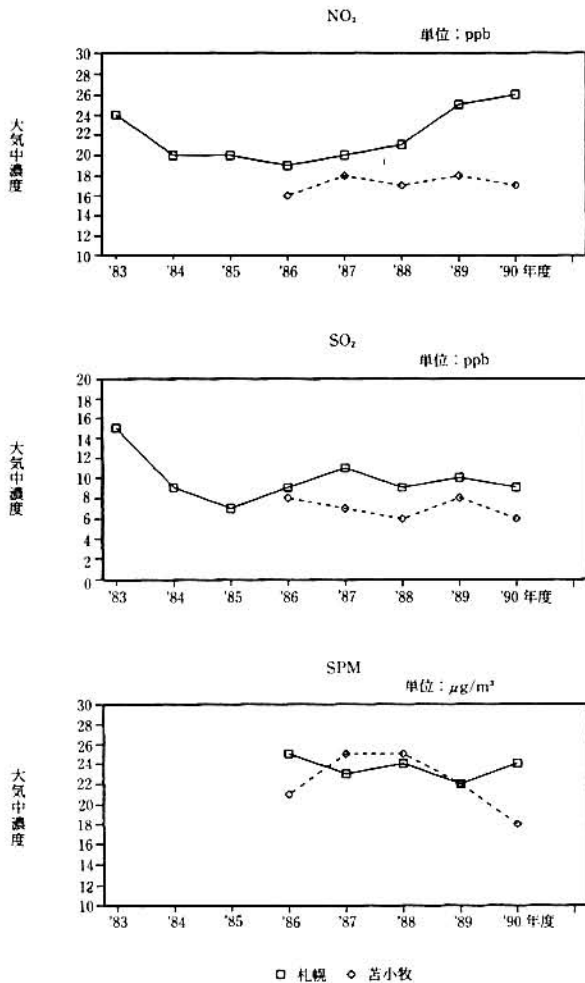


図 6 SO_2 、 NO_2 、浮遊粒子状物質濃度の経年変動 (12~2 月の平均値)

小牧東部では、濃度は減少しているが、降下量はほぼ横ばいであった。これら降雪中の nssCa^{2+} は粒子状物質として降水に取り込まれる場合が多いと考えられることから、大気中のSPM濃度の経年変動と年変化割合について比較検討すると、1986年度以降のデータのみであるが、札幌、苫小牧とも減少する傾向がみられ、特に1988年度以降に苫小牧で大きく減少していた。これは、苫小牧における降雪中の nssCa^{2+} 濃度、降下量の減少と対応しており、原因としては、スパイクタイヤ対策によってアスファルト粉じんの発生が抑えられたことが考えられた。他に冬期の nssCa^{2+} の発生源としては黄砂が考えられるが、濃度、降下量の地域差が大きいこと、北海道における冬期 nssCa^{2+} のバックグラウンド値が小さいことから⁵⁾、ここでは黄砂の影響は小さいと考えられた。

pHはいずれの地点でも低下の傾向にあり、 H^+ の濃度、降下量も増加する傾向にあった。pHに大きな影響を与える因子は、 NO_3^- 、 NH_4^+ 、 nssSO_4^{2-} 、 nssCa^{2+} の4成分であり³⁾、これらの成分の挙動をみると、降雪のpH低下は nssCa^{2+} 濃度の低下と関連があると考えられた。しかし、 nssCa^{2+} 濃度の低下とともに、 nssSO_4^{2-} 濃度の低下もみられ、これらの濃度の変動は H^+ 濃度の変動より大きく、 nssCa^{2+} 濃度の低下だけではpH低下を説明することは出来なかった。これは、降雪試料が陽イオン過多の場合が多いこと。pHが陽イオン、陰イオンのバランスで決定される性質であること、他の成分に比べて H^+ 濃度が低いことなどのためにpHの決定が複雑になっていることが原因であると考えられた。

以上述べてきた降雪中の非海塩由来成分についての濃度、降下量の経年変動については、道央部の3地点における傾向であり、直ちにこのことが、全道の様相にあてはまるわけではない。しかしながら、北海道・東北地域における広域的な酸性雪の調査においても⁴⁾、 nssSO_4^{2-} 、 nssCa^{2+} の濃度、降下量の減少が見られる地点があり、これらの現

象は、局地的とは限らないことから、今後もさらに検討を行う必要が考えられた。

また、降水中の酸性降下物の経年変動などの評価を行う際、降水量の変動が大きい場合には、降水中の各成分の濃度や降下量の変動も大きくなり、増加、減少の傾向を判断することが困難になる場合があり、さらに、大気中の汚染物質濃度との比較においては、濃度と降下量の重みについても評価が難しくなる。そこで、今後は酸性降下物の評価方法についても検討を加える必要があると考えられた。

5 ま と め

厳冬期の札幌、苫小牧東部、苫小牧における降雪中非海塩由来成分の濃度、降下量について経年変動を検討した結果、以下の知見が得られた。

- (1) 降雪のpHは低下、 H^+ 濃度、降下量は増加の傾向がみられた。
- (2) NO_3^- の濃度、降下量は、札幌では増加の傾向がみられた。
- (3) NH_4^+ の濃度、降下量は、増加の傾向がみられた。
- (4) nssSO_4^{2-} 、 nssCa^{2+} の濃度、降下量は、減少の傾向がみられた。

参 考 文 献

- 1) ワールドウオッチ研究所：ワールドウオッチ，4，3，12 (1991)
- 2) 坂田康一：第7回全国環境・公害研究所交流シンポジウム予稿集，49 (1992)
- 3) 野口 泉，他：北海道公害防止研究所報，15，39 (1988)
- 4) 全国公害研協議会北海道・東北ブロック支部：平成2年度降雪期北海道・東北ブロック酸性雨合同調査結果
- 5) 野口 泉：全国公害研会誌，16，3，2 (1991)

Trend of Non-Seasalt Components in Snowfalls

Izumi NOGUCHI

Abstract

To estimate the trend of non-seasalt components in snowfalls, precipitation were collected during winter in Sapporo (1983-1992), East of Tomakomai and Tomakomai (1986-1992). Major conclusions are summarized as follows.

- (1) Values of pH showed downward trends and concentrations and depositions of H^+ showed increasing trends for all sites.
- (2) Concentrations and depositions of NO_3^- showed increasing trends in Sapporo.
- (3) Concentrations and depositions of NH_4^+ showed increasing trends for all sites.
- (4) Concentrations and depositions of non-seasalt SO_4^{2-} and non-seasalt Ca^{2+} showed increasing trends for all sites.

都市内中小河川（亀田川）の水質汚濁対策に関する調査研究

福 山 龍 次 有 末 二 郎
棗 庄 輔 齊 藤 修

要 約

生活排水による有機汚濁の著しい都市内中小河川の水質実態調査を実施し、水質改善のための緊急的対策と水辺環境保全のための中・長期的対策について検討した。

道南の函館市を貫流する亀田川は、人為的な汚濁が認められない上流部の BOD 負荷量が 0.9 g/sec であるのに対し、中流部では 9.9 g/sec、潮汐の影響を受ける下流部では 7.5 g/sec で、市街部での急激な負荷量の増加が認められた。

全流入汚濁源に占める生活系排水の負荷寄与率は BOD、T-P 及び T-N で各々、90%、90%及び 74%と高く、工場・事業場及び終末処理場からの寄与率はいずれも僅かであることが示された。

河川の汚濁負荷量をより効果的に削減するために、流出モデルによるシュミレーションを行った。この結果、負荷量の大きい側溝を、木炭、バイオループ、雨水枡などの簡易処理法を用いて負荷量を削減すれば、当該河川の負荷量もほぼ比例して削減されることが示された。

1 緒 言

産業系排水が法体系の整備や公害防止技術の進歩に伴い鎮静化の兆しをみせてきているなかで、生活系、特に生活排水による公共用水域の汚濁問題がクローズアップされてきている。本道においても未だ下水道が未整備な都市が多く、これらの市街地を貫流する都市内中小河川は、生活排水等による有機汚濁が著しく、悪臭や景観を損ねるなど生活型の公害問題を引き起こしている。しかし、下水道を整備するには莫大なコストと時間を要するため、緊急的な諸対策を講ずることが急務となってきている。

本調査は、モデル河川における有機汚濁の現況を把握し、汚濁負荷量削減に最も効果的と考えられる方法を検討しようとするものである。

汚濁のメカニズムを解析するには、各流入汚濁源からの負荷量や、流量変動、浄化係数、拡散などのパラメータを基に流出モデルを作成し、シュミレーションにより解析する手法が実用的で、実測データとモデルフィッティングを行うことにより、河川特有の汚濁機構を把握し、より効果的な汚濁対策を検討することが可能となる。

緊急汚濁対策としては、発生源の削減、夾雑物の除去、簡易処理施設の設置等が考えられる。中

長期的対策としては、下水道の整備は勿論、水辺環境の整備と地域住民の意識の高揚が最も肝要であると考えられる。

今回、亀田川における汚濁現況を調査し、さらにその対策について検討したので報告する。

2 調査地点の概況及び調査方法

亀田川は、函館市北部の袴腰岳に源を発し、市街地を貫流して津軽海峡の大森浜に注ぐ、流路長 18.5 km、流域面積 41 km² の都市内中小河川で調査流域には支流は流入していない。

亀田川の上流域は、市の水源地として利用されている笹流ダムがあり、周囲は涵養林に覆われている。従って、大半が自然系の汚濁で占められる。

中流域は、下水道の普及率が約 30%の市街地で占められ、生活排水及び工場・事業場からの排水は、13本の側溝を経由して、本川に流入しており水質汚濁現象が認められる。

下流域は、潮汐の影響を受ける河口部で、流速の減少により汚泥が堆積しやすい。

調査地点は、図 1 に示すとおり、河川本流の上流部で 1 地点、中流部で 2 地点、下流部で 2 地点の計 5 地点、主な側溝の河川流入部で 13 地点、日排水量 50 t 以上の工場・事業場 6 か所で、これらの工場・事業場の内 5 か所は側溝 A、C、D、E を



図1 河川調査地点図

を経て河川に流入し、他の1カ所（事業場 A）は単独で河川に流入している。

調査回数は、河川及び側溝3回/日、工場・事業場1回/日で3回/年、実施した。

調査項目は、pH、流量、DO、BOD(COD)、T-N、T-P。

3 結果及び考察

3.1 流量

13本の側溝（事業場 A 以外の工場・事業場は全て側溝に入っている）の全河川流量に占める寄与率を図2で見ると、側溝の入っていない上流のずいき橋から12本の側溝が入った中流部の亀田橋までの流量の増加分は全側溝の流入流量に等し

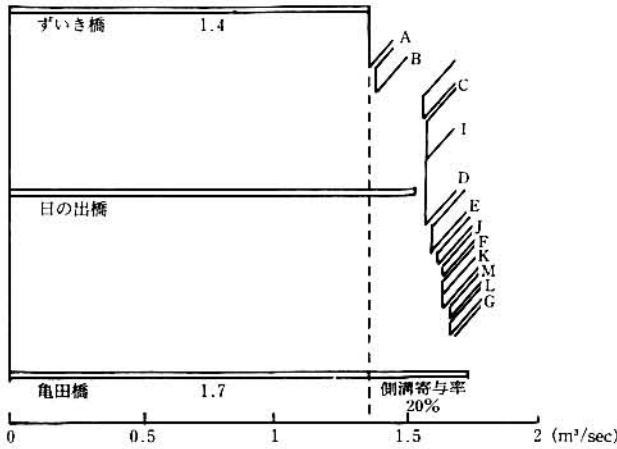


図2 流量

く、その寄与率は20%で、このうち側溝Bが約11%と最も大きい。

従って、河川流量の増加は、ほとんどが側溝からの流入水で、地下水等の流入はない。

更に、河川流量は上流のダムで流量調整が行われるため、年3回の調査期間では大きな季節変動は認められなかった。

3.2 水質

河川本流の流程変化を図3に示した。これを見ると亀田川上流のずいき橋では環境基準のAA類型に相当し、市街部を流下するにつれて各項目とも顕著な濃度増加が認められ、汚濁が進行していることがわかる。しかし、中の橋より下流部では潮汐の影響を受けて各項目ごとに特有な挙動を示す。BOD値の減少は主に海水による希釈効果が考えられるがT-N、T-Pについては、停滞域である下流部でのSS成分としての巻き上げ等が考えられるが、不明な部分が多く今後の検討課題である。

また、全側溝水の水質を平均値で見ると、BODで11~92 mg/l（平均45 mg/l）、T-Nで4.9~13.3 mg/l（平均6.9 mg/l）、T-Pで0.001~1.73 mg/l（平均0.58 mg/l）で栄養塩、有機物含量とも高いことが示された。

3.3 負荷量

自然系汚濁（田畑・森林）が大半のずいき橋から市街部の日の出橋、亀田橋へと流下するにつれて側溝からの負荷量が増加し、これに伴う河川本流の濃度増加傾向が図3で示された。

各測定地点における平均負荷量を表1で見ると、河川本流と側溝の負荷量の関係は、BODで、ずいき橋と日の出橋までの側溝負荷量の合計が日の出橋の負荷量とほぼ一致し、亀田橋までの側溝A~M(Hを除く)とずいき橋の合計が亀田橋と一

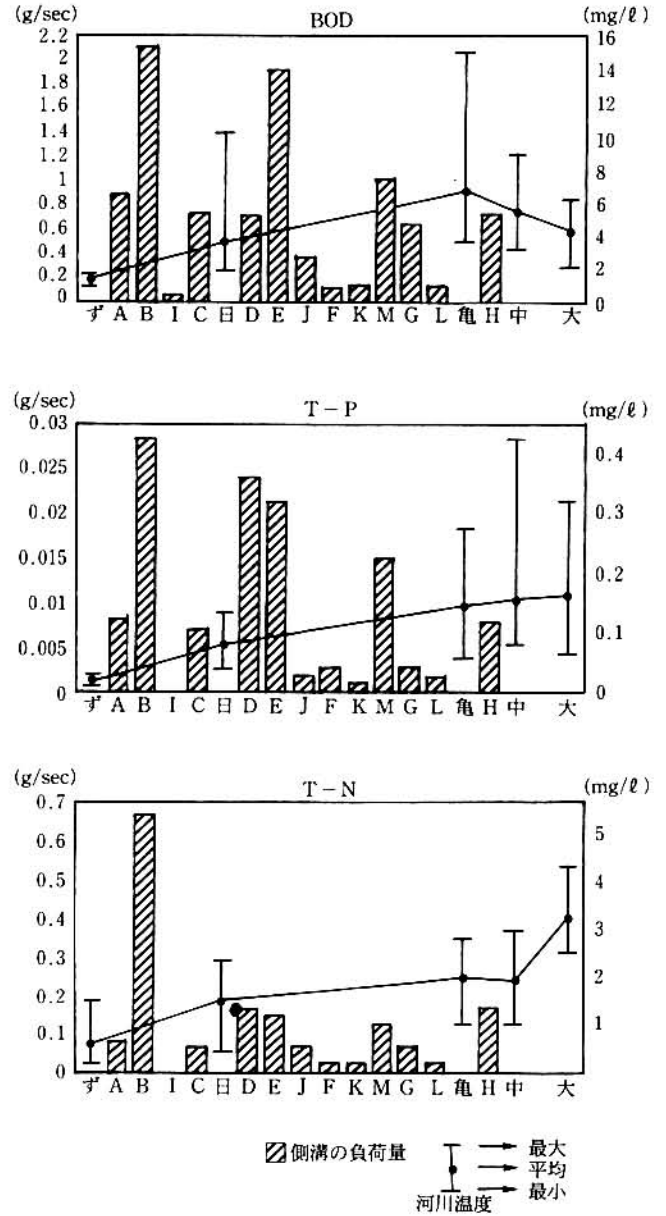


図3 濃度の流程変化と側溝からの流入負荷量

致することから河川本流の負荷量の増加はその大半が側溝で占められ、亀田橋での側溝寄与率はBODで86.1%、T-Nで48.7%、T-Pで50.1%であった。また、T-N及びT-Pの寄与率が50%程度しか認められないのは、流入した夾雑物が河川内で分解し、溶存態のN、Pが生成することなどが考えられるが不明な点も多い。

流入汚濁源ごとの寄与率は表2のとおりで、いずれも生活系の寄与率が高い。

また、各側溝のうち負荷量の最も大きいのは側溝Bで、全側溝負荷量中の比率はBODで22%、T-Nで40%、T-Pで22%であった。また、工場・事業場排水の全流入負荷量中の比率は、BODで0.1%以下、T-Nで1.6%、T-Pで1.3%と僅

表1 亀田川本流、側溝及び事業所の平均負荷量

地点名	BOD (g/sec)	T-N (g/sec)	T-P (g/sec)
ずいき橋	0.895	0.488	0.010
事業場A	(0.0025)	(0.0079)	(0.0008)
側溝A	0.857(0.0002)	0.081(0.0011)	0.008(0.0002)
側溝B	2.069	0.668	0.028
側溝I	0.034	0.002	0.000
側溝C	0.714(0.0001)	0.065(0.0022)	0.007
負荷計 A	3.6765(0.0028)	0.8239(0.0112)	0.0438(0.001)
(日の出橋)	(4.673)	(1.876)	(0.116)
側溝D	0.679(0.0045)	0.162(0.0059)	0.024(0.0005)
側溝E	1.919(0.0001)	0.151(0.0001)	0.021(0.0000)
側溝J	0.333	0.071	0.002
側溝F	0.096	0.028	0.003
側溝K	0.119	0.029	0.001
側溝M	1.002	0.132	0.015
側溝L	0.112	0.027	0.002
側溝G	0.630	0.067	0.003
負荷計 B	4.883(0.0046)	0.667(0.0060)	0.071(0.0005)
計 (A+B)	8.5595(0.0074)	1.4909(0.0172)	0.1148(0.0015)
亀田橋	9.931	3.061	0.229
亀田橋に対する負荷(A+B)の寄与率%	86.1	48.7	50.1
側溝H	0.721	0.173	0.008
中の橋	7.980	2.620	0.210
大森橋	7.533	5.294	0.291

※ () 内の数値は、工場、事業場分

表2 汚濁源の寄与率 (%)

区分	BOD	T-N	T-P
*自然系	9.5	24.7	8.0
産業系	0.1	0.5	0.8
生活系	90.4	74.8	91.2
計	100	100	100

※ ずいき橋での負荷量を自然系汚濁源とした。

かであった。

4 河川汚濁対策

調査結果を基に、各汚濁源からの寄与率や流出モデルによるシュミレーションを行い、より効果的な汚濁対策の検討を行った²⁾。

4.1 流出モデル

各本流の測定地点(橋)間を1ブロックとし、各ブロック内では完全混合が行われ、流下過程での浄化は流下時間が短いため無いものと仮定し、実測値を基に収支式を満足するように各測定点の流量及び負荷量を求め流出モデルを作成した。(下図参照)

[流出モデルと負荷量削減のシュミレーション]

(作業フロー)

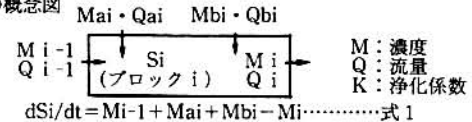
流出モデルの作成→モデルフィッティング→シュミレーション

(流出モデル)

流出モデル模式図



物資収支の概念図



$dSi/dt = Mi-1 + Mai + Mbi - Mi$ 式1
 $Qi = Qi-1 + Qai + Qbi$ 式2
 (条件) $K = 0, dSi/dt = 0$, 及び式2を満足する各Q

4.2 シュミレーション

このモデルと実測値間のモデルフィッティングを行い、シュミレーションを各条件下で検討した。モデルフィッティングの結果を図4に示す。BOD, COD, T-N 及び T-P は、計算値と実測値がほぼ適合した。

シュミレーションを各条件下で実施した結果を図5に示す。この図から事業場からの排水は河川にほとんど負荷を与えていないため、側溝からの負荷量を削減するほうが、河川水質の改善に効果的であることがわかった。

5 河川環境保全計画

都市に人口が集中するにつれて、河川は治水目的のためのみに隔離され、排水路と化してきている。このため、河川が本来持っていた豊かな生態系や水の浄化能力、さらには憩いの場としての機能が失われ、子孫に引き継いでいくべき財産が危機的状況に直面している。

河川を本来の姿に近づけるだけでなく、都市機能の中に巧みに組み入れることによって潤いや憩いの場としての機能を回復させるためには、まず、河川の水質を改善し、水辺環境の整備を行うことである。

5.1 緊急的対策

河川水質に大きな影響を及ぼしている側溝からの生活排水を削除するためには、下水道の整備は不可欠であるが、これには多額の費用と時間を必要とするため、緊急的に次のような対策が考えられる。

ア 側溝に雨水枡や河川放水口に金網等を設け、降雨時にノンポイントソースから排出される夾雑

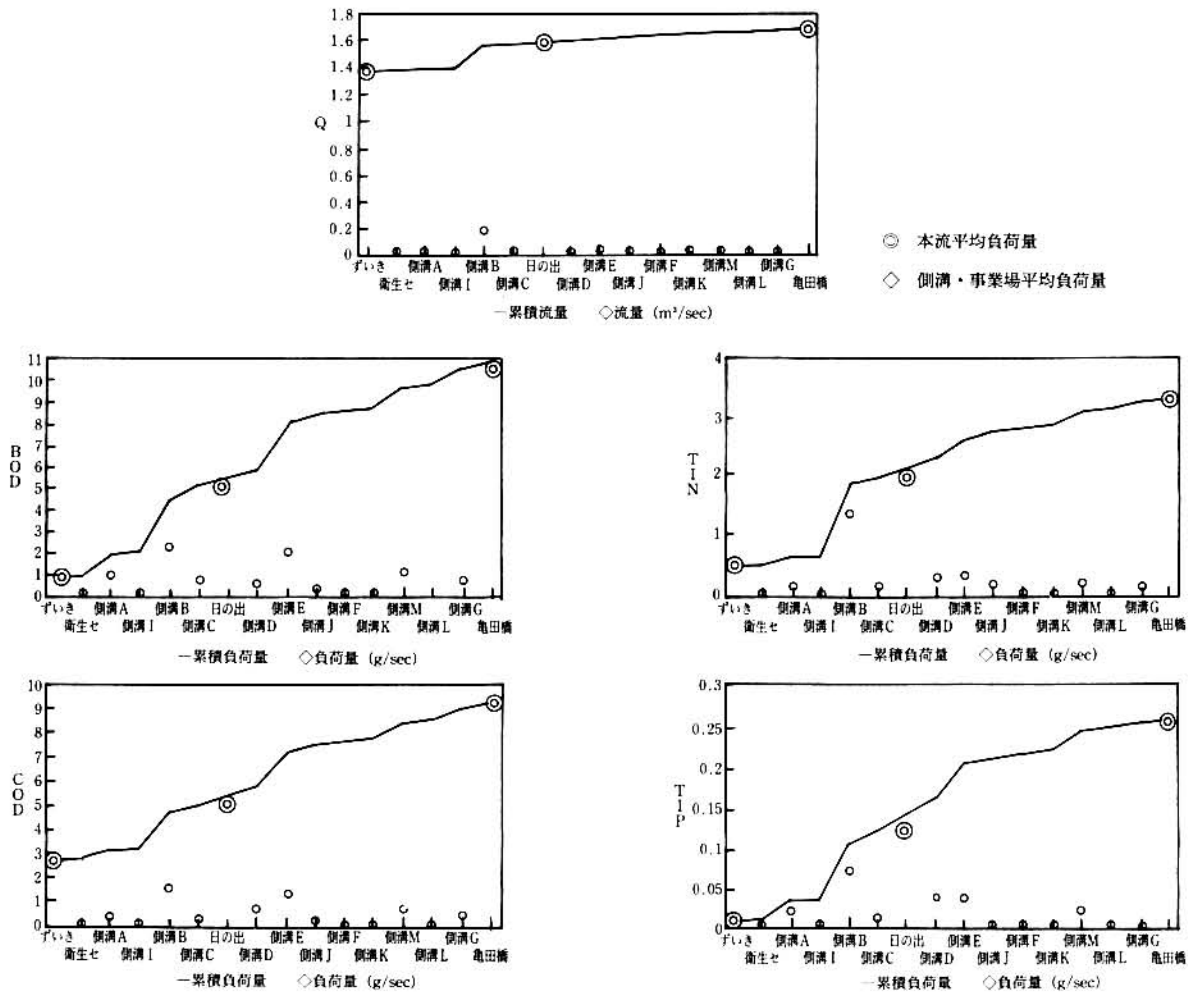


図4 モデルフィッティング結果（平均負荷量）

物を沈殿除去する。

イ 負荷量の特に大きい側溝には、バイオループ、活性炭などの簡易処理装置を設置する。

5.2 中長期的対策

中長期的な対策の基本理念は、河川を住民のかけがえのない財産と位置付け、河川が本来持っている豊かな生態系を、都市内環境保全計画の中に巧みに組み入れ、住民が触れ合うことのできる水辺環境としての基盤整備を行うことである。図6に河川環境保全対策概念図を示した。

従って、次のような方法が考えられる。

ア 上流部は、水源として涵養林の保全を図る。
 イ 中流部は、最も住民に接する区間が長い間、容易に河川に触れ合える散策路、水辺の公園、水鳥の憩える輪中、河川敷コンサートなどの開催できる広場などの整備を行う。また、これらの施設の中には水車、污水处理施設のモデルなどを置き、水に関する文化の啓発を行う。

最も重要なことは、地域住民の河川に対する愛

護精神を育成するための啓蒙活動を積極的に推進することである。

ウ 下流部は、潮汐の影響を大きく受け、滞留による土砂の沈殿が多いため竣漂や導流堤を設置し、サケの遡上できる河川を目指す。

6 結 語

亀田川の有機汚濁は、その大半が生活排水に起因することが示された。これらの生活排水が流入する側溝のうち、寄与率の高い側溝の負荷量を選択的に削減することにより、飛躍的に河川水質の改善が図れることが流出モデルによるシュミレーションによって示された。

河川の水質を改善し、水辺環境を保全するためには、下水道整備までの間、簡易処理法による対策を講じる必要があるが、豊かな河川の恩恵を後世に伝えていくためには地域住民の意識を高揚させることがなによりも肝要である。

なお、本調査研究において多大な御協力を頂い

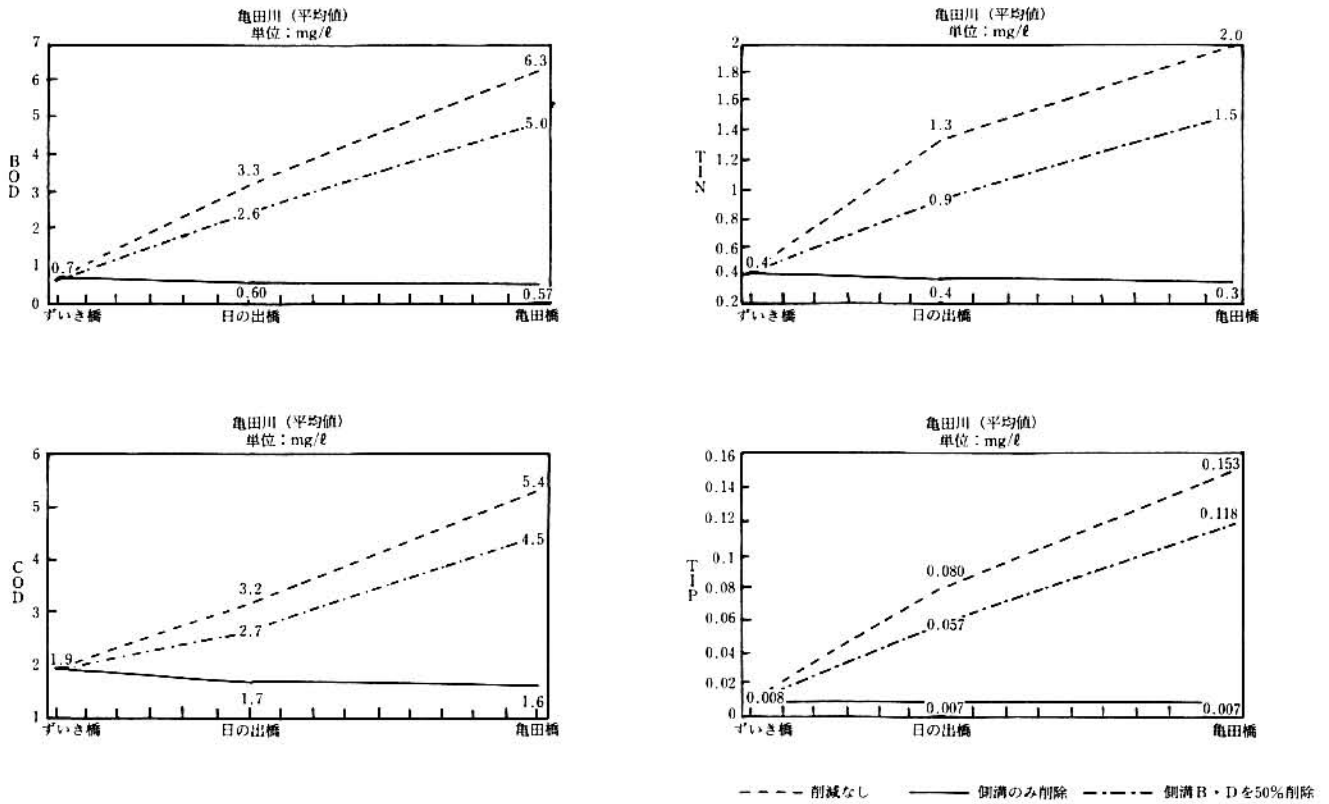


図5 シミュレーション結果 (平均負荷量)

た道環境対策課水質係並びに渡島支庁土地公害係の皆様には深謝致します。

参考文献

- 1) 福山龍次, 坂田康一, 村田清康: 北海道公害防止研究所報, 17, 29 (1990)
- 2) 伊藤英司, 有末二郎, 棗 庄輔: 北海道公害防止研究所報, 16, 45 (1991)

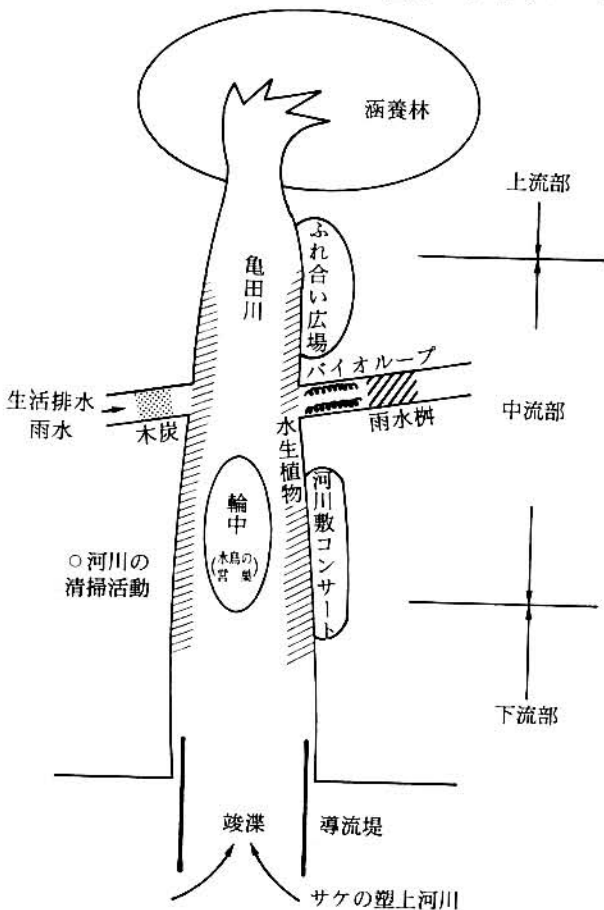


図6 水辺環境保全対策概念図

Pollution and its Measures for River Waste

Ryuji FUKUYAMA, Jiroh ARISUE, Syosuke NATSUME
and Osamu SAITOH

In 1991, pollution of rivers due to waste discharged from domestic sources and positive measures for solving this problem were researched at R.Kameda in Hakodate City.

The water quality in BOD₅'s conc, of downstream where man-made discharges have a significant influence, especially large amount of domestic waste was polluting the water from 5 to 9 times that of the upstream area where no man-made discharge occurred. Domestic source consisted of 90% of the waste polluting the river water.

To prevent this contamination, a simulation model of the actual phenomenon was examined thoroughly. As a result, the waste being dumped from domestic sources was changed making the river water much cleaner.

網走湖流域における森林・畑地からの 流出原単位について

有 末 二 郎 福 山 龍 次

要 約

湖沼における非特定汚染源からの汚濁機構を解明するため、網走湖流域を対象に、1989年に森林、1991年に田畑について原単位調査を試みた。

この結果、非特定汚染源のうち本流域の約8割を占める森林地の流出原単位 (g/ha・日) は、晴天時の場合は、CODが65.0、T-Nが9.0、T-Pが0.28であり、降雨時(平均降雨量31 mm)の場合はCODが150、T-Nが15、T-Pが0.59であった。

流域面積の約2割を占める田畑の降雨時(平均降雨量24 mm)における流出原単位 (g/ha・日) はCODが200、T-Nが70、T-Pが9.5であった。

1 緒 言

閉鎖系水域である湖沼は、流域から供給された栄養塩の蓄積や内部生産などによって富栄養化し、水の華などの水質汚濁現象が生じやすい。

流域からの汚濁流出負荷量は、工場排水等の点源によるものと、山林・田畑等の面源(非特定汚染源)によるものとに大別される。両者は、汚濁負荷量の発生や流出形態が異なるため、区別して取り扱う必要がある。

降雨時における面源からの汚濁流出現象は、流域特性(地形、地質、土地利用等)や降雨特性(総降雨量、降雨強度等)によって複雑に変化し、その実態を把握するには降雨前から降雨後までの連続観測という作業を必要とし、かつ、その解析には多くの困難が含まれている。

本報告は、水質汚濁現象が生じている湖沼を対象にした汚濁機構を解明する研究の一環として¹⁾、網走湖流域の非特定汚染源である森林と田畑の流出原単位について算出を試みたものである。

2 調査の概要

網走湖流域の森林地及び田畑の原単位を求めるため、調査地点として森林地の場合は、本流域の最上流域の北釧橋を、田畑の場合は、網走湖近傍のビート畑を選定した。

北釧橋はその流域全てが森林地であり、流域面積は31 km²である。

ビート畑は畑地面積が約1 haであり、散布肥

料は4月25日に追肥無しで一回散布している。今回選定した畑地からは畑地内の集水管を通して地下水が側溝へ流出しており、集水管の配置より畑地をA地区とB地区に区分し、調査地点としてA、B地点を選定した。A地点は、A地区の排出水を、B地点は、A・B両地区の排出水を把握し得る。

森林・田畑の調査地点を図1に、畑地の模式図を図2に示す。

晴天時の流出負荷量を把握するため、森林の場合は1989年5月から11月まで、田畑の場合は1991年5月から9月までの期間、適時数回の水質・水量調査を行った。なお、調査日から5日前までの総降雨量が5 mm未満の場合を晴天時の解析資料とした。

降雨時の水質・水量調査は、森林の場合、1989年6月、8月の2回実施し、各調査は日1回の頻度で数日間行った。田畑の場合、1991年7月、9月の2回実施し、各調査は1日数回の時間単位で行った。

調査項目は水温、pH、EC、COD、TOC、T-N、T-P、及び流量とし、流出原単位はCOD、T-N及びT-Pについて算出した。

3 結果及び考察

3.1 降 雨 量

網走管内は全国でも有数の寡雨地域となっており、本流域の過去10年間の年平均降雨量は約800 mmである。

1989年に行った森林調査の期間中(5月から11月)の降雨量は614.0 mm、1991年に行った田畑

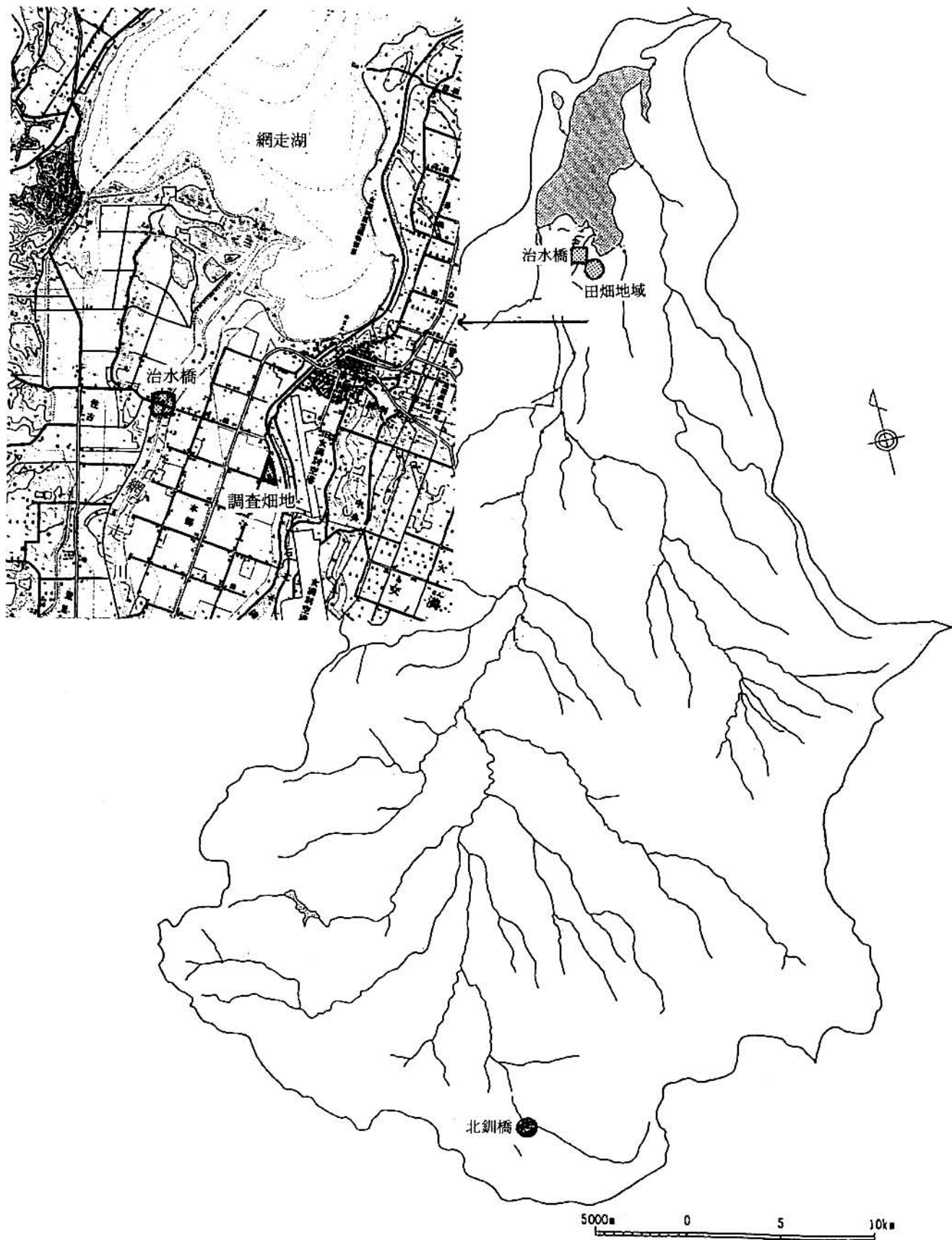


図1 森林・田畑調査地点概略図

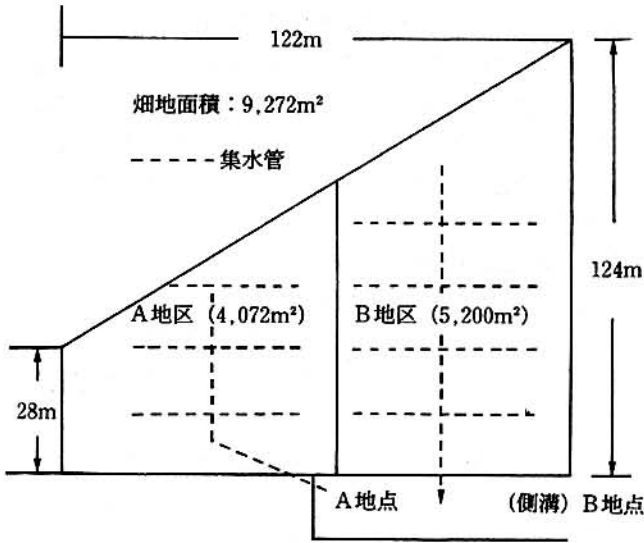


図2 田畑の模式図

調査の期間中（5月から9月）の降雨量は345.5 mmであった。降雨パターンを一括して図3に示す。（測候所：網走地方気象台女満別空港測候所）

図中の↑印は調査日を、◎印は降雨時調査を表す。

3.2 流量

(1) 晴天時における流量

森林と田畑の晴天時流量を一括して図4に示す。

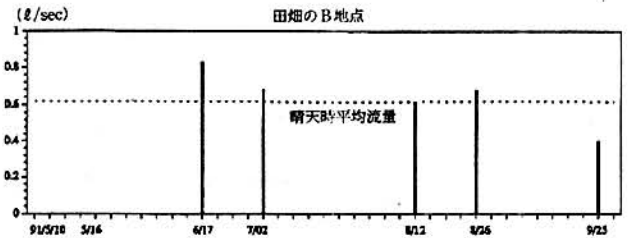
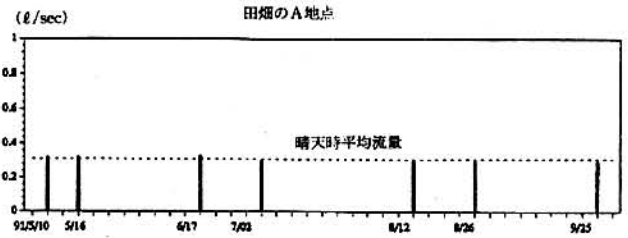
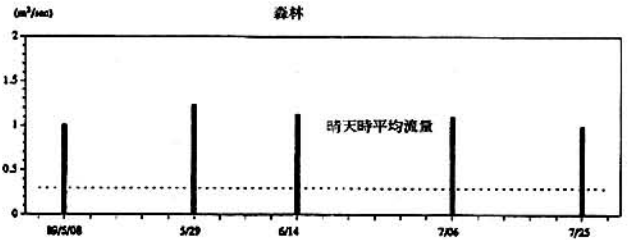


図4 森林と田畑の晴天時流量

晴天時流量は前述したように採水日から5日までの降水量が5 mm以下の調査日を対象とした。

森林の晴天時平均流量は1.09 m³/secとなり、この値を基底流量（晴天時流量）とした。

田畑の晴天時流量は、A地点（A地区）の平均値が0.31 l/sec、B地点（A・B地区）の平均値が0.62 l/secであり、この値をそれぞれの地点における基底流量（地下水）とした。

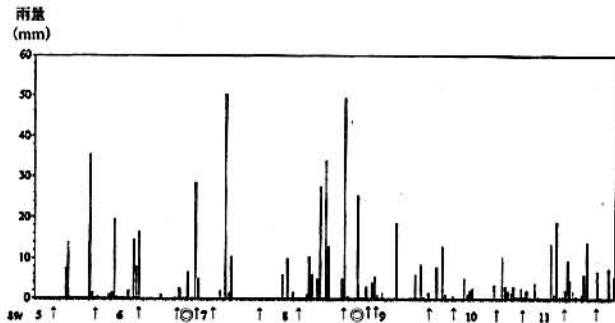
(2) 降雨時における流量

森林と田畑の降雨時流量変化を図5に一括して示す。

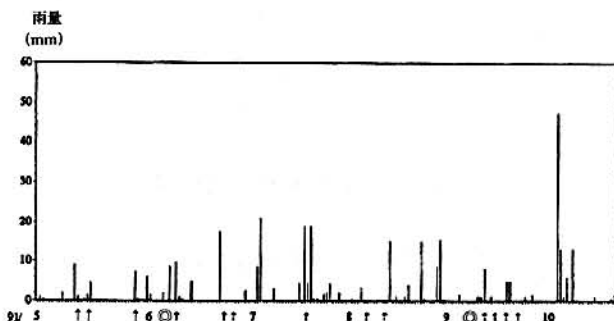
森林の場合、1989年6月29日から7月6日までの期間における流量は、6月29日の28.5 mmの降雨の後、2～3日でピークを示し、その後5日間で基底流量まで回復した。

1989年8月28日から9月2日までの期間における流量は、8月28日の25.5 mmの降雨の後、一日でピークを示し、その後5日間で基底流量まで回復した。降雨後の流量はピークが8月の場合が6月に比較して早いのは、調査日の5～10日以前に30 mm前後の降雨があり、流出しやすい状態のためと考えられる。

田畑のA、B地点における1991年9月6日か



森林調査時の降雨量（1989）



田畑調査時の降雨量（1991）

図3 調査期間中の降雨パターン

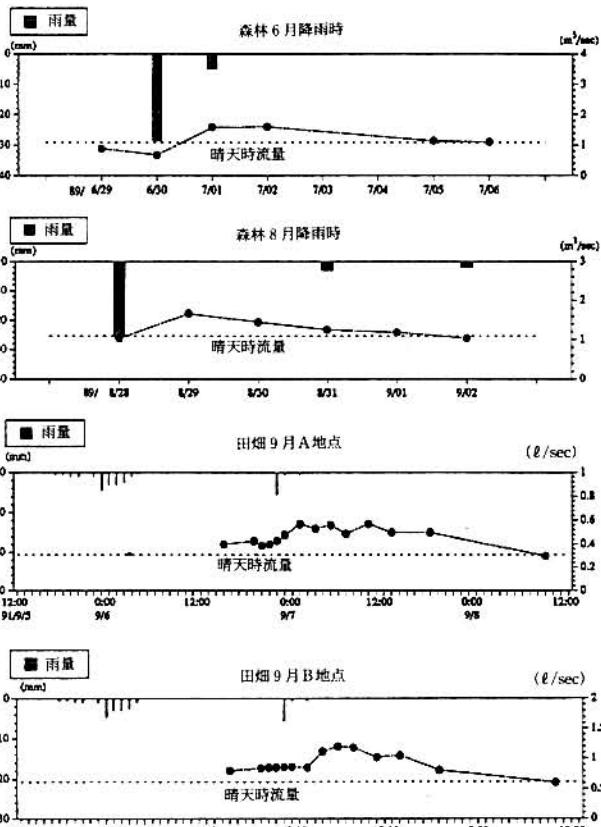


図5 森林と田畑の降雨時流量変化

ら9月8日までの期間中の流量は、8月中旬の降雨のためか基底流量(0.31 l/sec, 0.62 l/sec)よりも幾分多い流量から始まっているが、積算雨量15 mm以上から流量が増加しはじめ、20 mm以上で急激に増加し、ほぼ2日間で基底流量まで回復した。

3.3 流出負荷量

(1) 晴天時における流出負荷量

晴天時におけるCOD, T-N及びT-Pの流出負荷量を図6(森林調査時), 図7(田畑調査時)に示す。

また、森林と田畑の晴天時平均流出負荷量を一括して表1に示す。

(2) 降雨時における流出負荷量

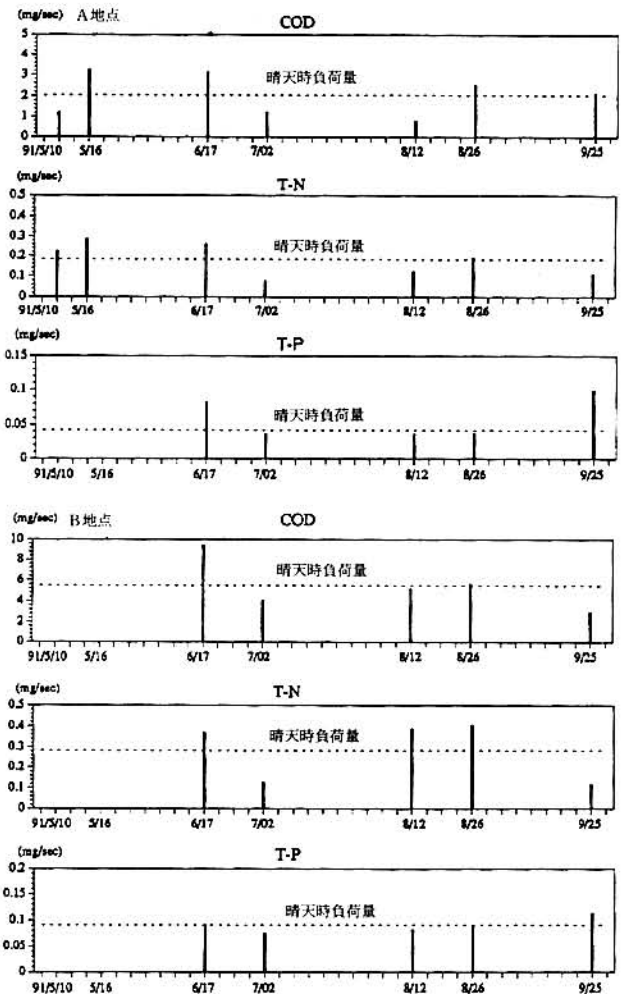


図7 田畑の晴天時流出負荷量

表1 晴天時の流出負荷量

	森林 (kg/日)		田畑 (g/日)	
			A地点	B地点
COD	201.5		206	472
T-N	27.9		15.8	23.8
T-P	0.87		3.2	7.23

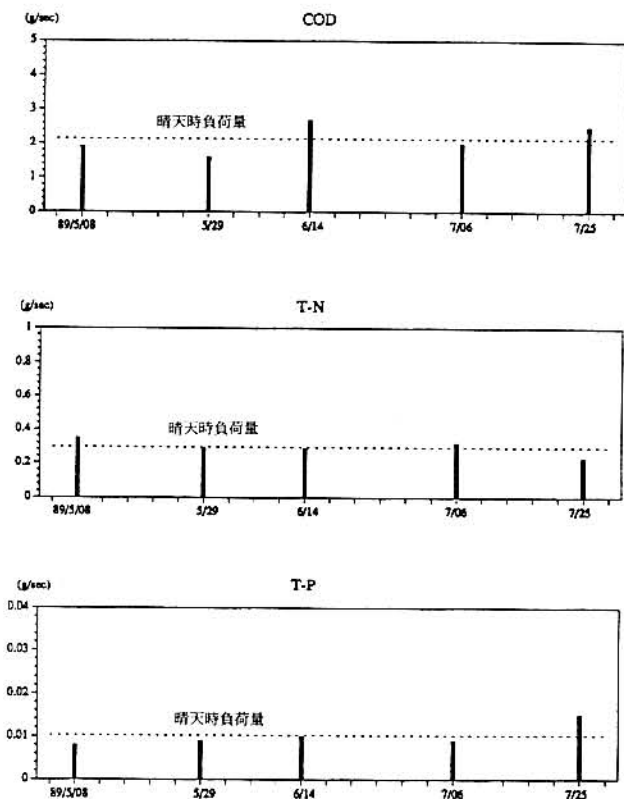


図6 森林の晴天時流出負荷量

表2 降雨時の流出負荷量

積算雨量	森林 (kg/日)		田畑 (g/日)	
	33.5mm	28.5mm	24mm(A)	24mm(B)
COD	479.4	445.6	89.6	167.6
T-N	45.1	46.3	30.9	59.0
T-P	2.11	1.57	4.07	8.23

降雨時の流出負荷量は晴天時の平均流出負荷量を降雨期間中の累加全流出負荷量から減じて算出した。

森林における1989年6月と8月のCOD, T-N, T-Pの流出負荷量の経日変化を図8-1(6月), 図8-2(8月)に示す。

田畑における1991年9月のA地点とB地点のCOD, T-N, T-Pの流出負荷量の経時変化を図9-1(A地点), 図9-2(B地点)に示す。

森林と田畑の降雨時流出負荷量を一括して表2に示す。

3.4 流出原単位

(1) 晴天時における流出原単位

晴天時における流出原単位は次式によって算出した。

流出原単位 = 流出負荷量 (平均値) / 流域面積

森林の晴天時におけるCOD, T-N及びT-P

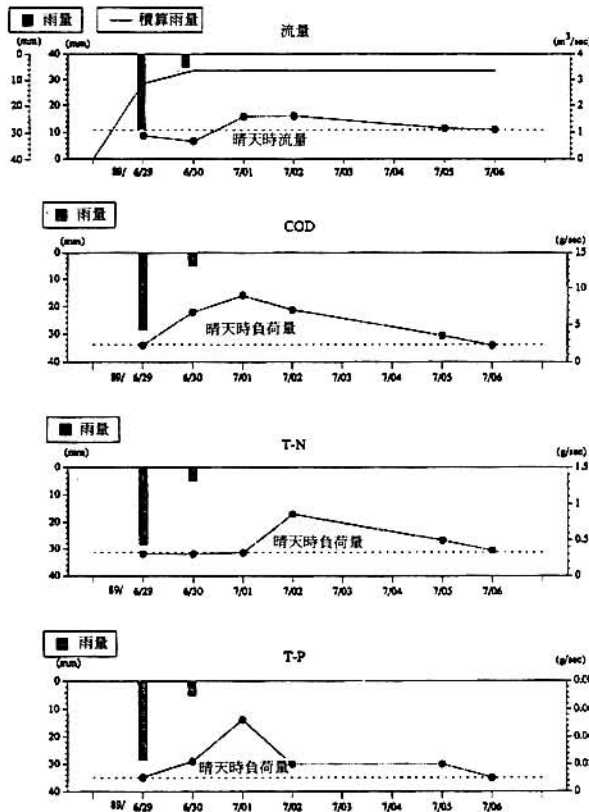


図8-1 森林における降雨時流出負荷量の経日変化(1989. 6)

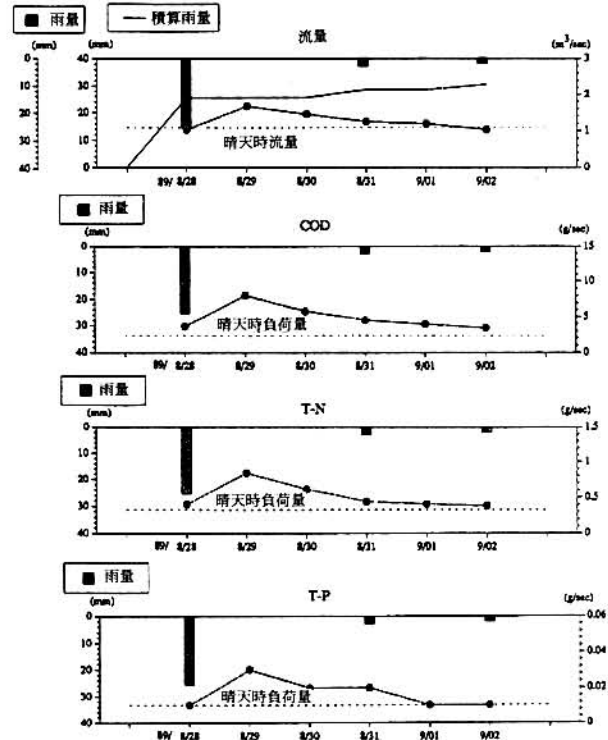


図8-2 森林における降雨時流出負荷量の経日変化(1989. 8)

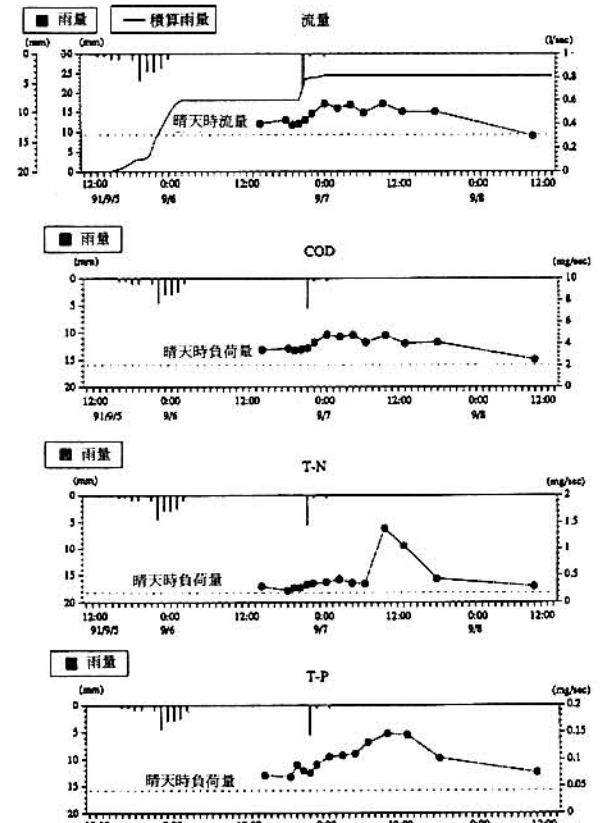


図9-1 田畑におけるA地点降雨時流出負荷量の経日変化(1991. 9)

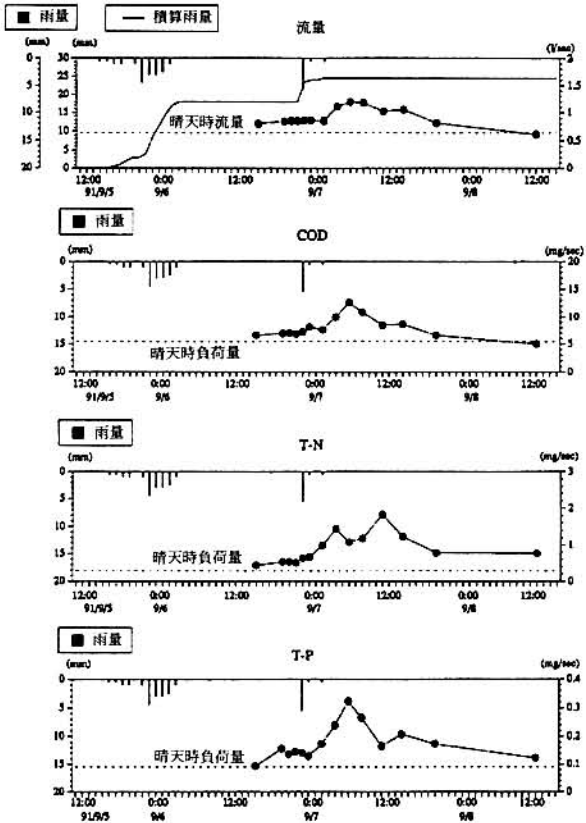


図9-2 田畑におけるB地点降雨時流出負荷量の経日変化(1991.9)

表3 晴天時の流出原単位

	森林 (g/ha・d)
COD	65.0
T-N	9.0
T-P	0.28

の流出原単位は前述の条件を満たす1989年5/8, 5/29, 6/14, 7/6, 7/25の平均値を基に算出した。結果を表3に示す。

なお、田畑の晴天時流出は地下水が主体であるため、原単位は算出できない。

(2) 降雨時における流出原単位

降雨時における流出原単位は期間中の累加流出負荷量を基に次式により求めた。流出原単位=累加流出負荷量/流域面積

森林調査の6月と8月の結果を一括して図10-1に、田畑調査(9月)のA, B両地点の結果を一括して図10-2に示す。図中の斜線は累加流出負荷量である。

森林の降雨時調査において、6月の降雨量33.5mmの場合は、基底流量(晴天時流量)にまで回復する7日間の日平均流出原単位、8月の降雨量28.5mmの場合は、基底流量にまで回復する5日

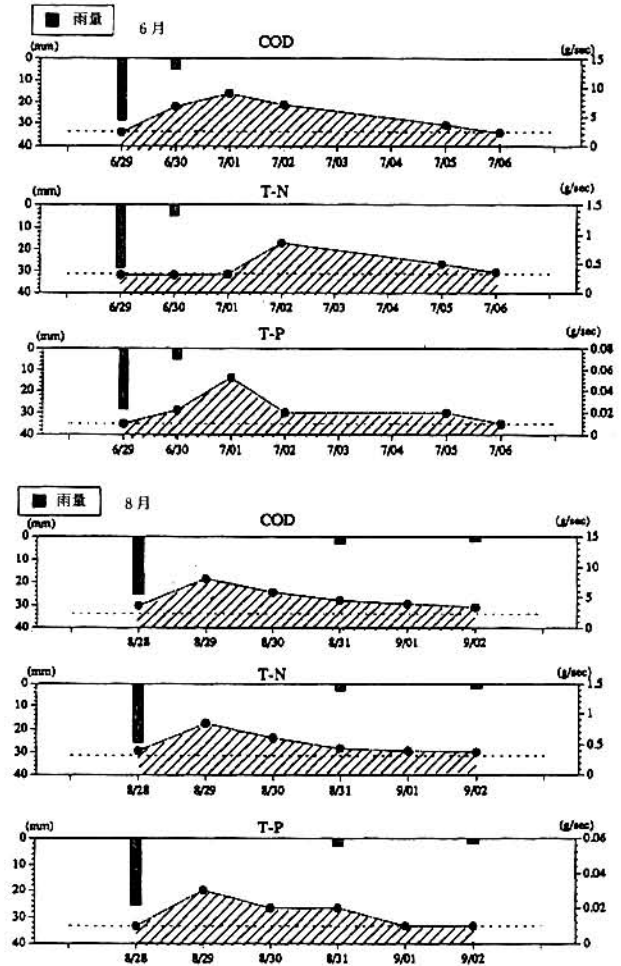


図10-1 森林における6, 8月の累加流出負荷量

間の日平均流出原単位をそれぞれ求めた。

田畑の降雨時調査において、9月の降雨量24mmの場合は、基底流量まで回復する2日間の日平均流出原単位をA地点とB地点でそれぞれ求めた。

森林と田畑の降雨時流出原単位を一括して表4に示す。

森林(北釧橋)の晴天時と降雨時の流出原単位を比較すると、降雨時(6月は33.5mm, 8月は28.5mm)の流出原単位は晴天時の約2倍程度であり、T-N, T-Pの流出原単位は同程度であった。

また、田畑の流出原単位は森林に比較して、

表4 降雨時の流出原単位 (g/ha・d)

積算雨量	森	林	田	畑
	31.5mm	28.5mm	24mm(A)	24mm(B)
COD	155	144	220	180
T-N	14.6	14.9	75.9	63.6
T-P	0.68	0.51	10.0	9.0

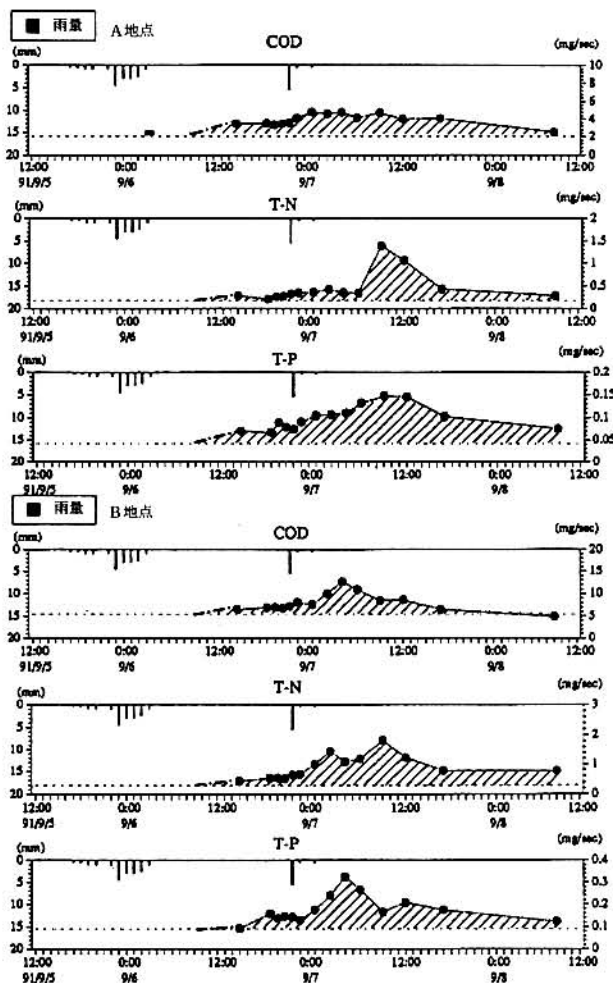


図10-2 田畑におけるA, B地点の累加流出負荷量

CODは同程度であるが、T-Nが約4.5倍、T-Pが約16倍を示した。

3.5 流達率

流達率は、流出負荷量が水路、河川等を経て対象水域に流達する割合であり、流域に散在する点源及び面源汚濁源からの負荷の流程変化をマクロ的に表現することができる。

ここで、森林、田畑以外の流出原単位を北海道開発局網走開発建設部の資料²⁾を参考に求めた治水橋流域の発生負荷量と、昭和63年度～平成2年度までの3年間の公共用水域の測定結果から求めた流達負荷量から流達率を推定した。

本報告で用いる流達率は次式で求めた。

流達率 = 流達負荷量 / Σ 発生負荷量 (流域内の合計)

流達負荷量：網走川治水橋に到達する負荷量

発生負荷量：治水橋流域に排出される負荷量

なお、発生負荷量(日平均負荷量)は網走川の年間降雨日数118日(理科年表 平成元年度版)、

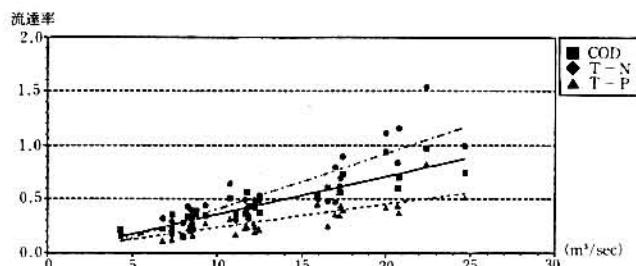


図11 流量と流達率の関係

それ以外の日数は247日であり、それぞれ重みをもたせて算出した。

流量と流達率の関連を図11に示す。

図中において、流達率の大部分が1.0以下を示した理由は、公共用水域の測定値が晴天時調査を基本としているためと考えられる。

COD (流達率) = $0.03 \times \text{流量 (m}^3/\text{sec)} - 0.005$ (R=0.90)

T-N (流達率) = $0.05 \times \text{流量 (m}^3/\text{sec)} - 0.11$ (R=0.89)

T-P (流達率) = $0.02 \times \text{流量 (m}^3/\text{sec)} + 0.02$ (R=0.80)

ここで、求めた流達率が治水橋の流達負荷現象をどの程度記述し得るか明らかにするため、流達負荷量の算定値と実測値との比較を試みた。治水橋の実測流達負荷量と算定流達負荷量の関係を図

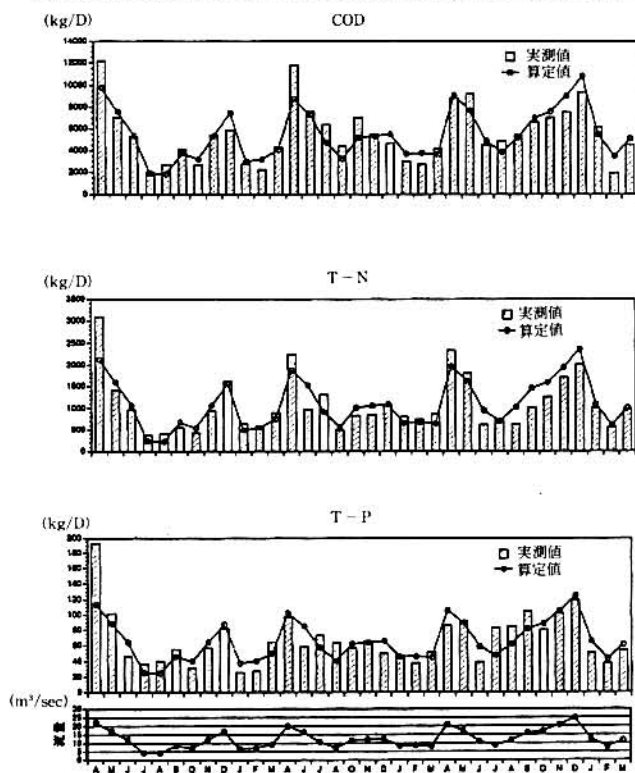


図12 治水橋における実測負荷量と算定負荷量の関係

12 に示す。

この結果、求めた流達率による算定値が必ずしも忠実に公共用水域の測定値を表現しているとは言えないが、治水橋の流達負荷量を巨視的に把握するには十分有効であることが示された。

4 ま と め

網走湖流域における非特定汚染源である森林と田畑の晴天時と降雨時の流出原単位を求め、さらに、治水橋における流達率の推定を試みた。

非特定汚染源（田畑、森林他）からの流出原単位については、既に多くの報告例があり、提示されている値はそれぞれ各対象流域の地域特性や降雨強度、先行降雨の有無、地下水流出等による変動要因を包括して求めたものである。それらの値と本調査の値を一括して表5に示す。

網走湖は、近年、富栄養化が著しく進行し、“アオコ”が発生したり、湖底の無酸素層が強風の影響で湧昇し、魚類などに被害を及ぼす“青潮”が発生するなど種々の課題を抱えている。北海道開発局網走建設部は平成2年度に「網走湖水質保全対策検討委員会」を設置し、種々の水質汚濁対策について調査、解析を試みており、本報告書がその一助となれば幸いである。

なお、本調査研究において多大なご協力をいただいた道環境対策課水質係、並びに網走支庁振興課土地公害係の皆様へ深謝いたします。

参 考 文 献

- 1) 福山龍次, 坂田康一, 村田清康: 北海道公害防止研究所報, 17, 29 (1990)
- 2) 網走湖水質保全調査(平成3年度調査): 北海道開発局網走開発建設部 (1992)

表5 農耕地及び山林地の原単位 (g/ha/日)

項 目	COD	T-N	T-P	
畑地	今回の調査結果 降雨時 (平均雨量24mm)	200	69.7	9.5
	資料1	49.5		1.36
	資料2		97.8	1.02
	資料3		55~ 550	0.14~ 0.41
山林	今回の調査結果 晴天時 降雨時 (雨量31mm)	65	9	0.28
	資料3	149.5	14.7	0.59
			6.7~ 19	0.3~ 0.6
	資料5	15.3~ 361	3.3~ 19	0.16~ 0.52
水田	資料3 埼玉県	28.0	37.3	5.7
	資料3 秋田県	33.2	26.7	7.2
	資料3 湿田		70.1	1.9
	資料3 灌漑水田		28.5	1.3
	資料3 乾田		88.2	3.8
	資料3 傾斜地水田		109.6	13.4
	資料2	329.9		2.9
資料4	241.9	53.0	0.9	

- 資料1: 建設省九州地方建設局 松浦川大水質調査業務報告書
 資料2: 溝呂木昇 水質予測計算入門(III)、公害と対策 vol.15 1979
 資料3: 和田安彦 ノンポイント汚濁源のモデル解析について
 資料4: 建設省関東地方建設局 多摩川上流部の現況解析調査報告書
 資料5: 建設省土木研究所 河川の総合負荷量調査実施マニュアル

Amount of pollutants discharged from non-point sources around in Lake Abasiri Basin

Jiro ARISUE, Ryuji FUKUYAMA

Abstract

The pollutants in the watershed area of Lake Abasiri are mainly non-point sources, such as, paddy fields, plowed field, forest areas and urban areas.

The amounts of the pollutants from forest areas in 1989 and plowed fields in 1991 around Lake Abasiri were calculated.

The results obtained from forest areas indicated 150g/ha · d in COD, 15g/ha · d in T-N, 0.59g/ha · d in T-P during wet weather days and 65g/ha · d in COD, 9.0g/ha · d in T-N, 0.28g/ha · d in T-P during dry weather days, and results obtained from plowed fields indicated 200g/ha · d in COD, 70g/ha · d in T-N, 9.5g/ha · d in T-P during wet weather days.

固相抽出法を用いた環境水中の農薬の一括分析

近藤 秀治 村田 清康

要 約

従来、環境水の残留農薬の分析は液液抽出法が用いられてきたが、この方法は大量の有機溶媒を使用し、安全性や作業の効率化の面で種々の課題を抱えている。

本報告では固相抽出法¹⁾による環境水中の農薬の一括分析について検討を試みた。手法としては、固相抽出材として Sep-Pak tC18 plus を用い、これと全自動 GC/MS を組み合わせた分析法を採用した。対象とした農薬は平成 2 年 5 月に環境庁および厚生省によって基準となる数値が示されたゴルフ場使用農薬 21 物質のうち、ガスクロマトグラフィーの適用となる 17 物質である。また、高沸点の SAP については、分析時間の関係より薄膜短小のカラムによる GC/ECD の分析法を採用した。

その結果、固相抽出法は液液抽出法に比べて、使用する有機溶媒量が少なく、また短時間で良好な回収率がえられた。また、ブランクについても妨害ピークがほとんどないクリーンなクロマトグラムが得られた。

1 結 言

従来、環境水中の残留農薬の分析は、有機溶媒とガラス器具と時間を大量に消費する液液抽出法が用いられてきた。ゴルフ場使用農薬として 21 物質（平成 3 年 7 月に新たに 9 物質が追加設定され現在は 30 物質である）が規制されているが、これらすべての農薬を北海道内の約 150 カ所のゴルフ場を対象に液液抽出法によってモニターする場合、人員や時間等が制約条件となり、多くの難題を抱えることになる。従って、本報告では、前処理に Sep-Pak tC18 plus を用いた固相抽出法を採用し、分析上の最適条件について検討を試みた。

2 実験方法

2.1 試 薬

各農薬標準品はペスタナールを用い、一部ナノ

ゲン製、和光純薬製を使用した。これらはすべてアセトンにて標準原液（250～1,000 ppm）を調製した。17 農薬の標準混合溶液は各農薬の分析装置に対する感度に応じて適量ずつ混合し調製した。なお、ナノゲン製の農薬標準品はすべてトルエン溶液なのでアセトンに置き換えして使用した。固相抽出材は Sep-Pak tC18 plus (Waters) を用いた。tC18 シリカゲルの充填量は 400 mg である。各種溶媒は残留農薬分析用（関東化学メルク）を用いた。分析対象農薬の名称と構造式を Fig 1 と Table 1 に示す。

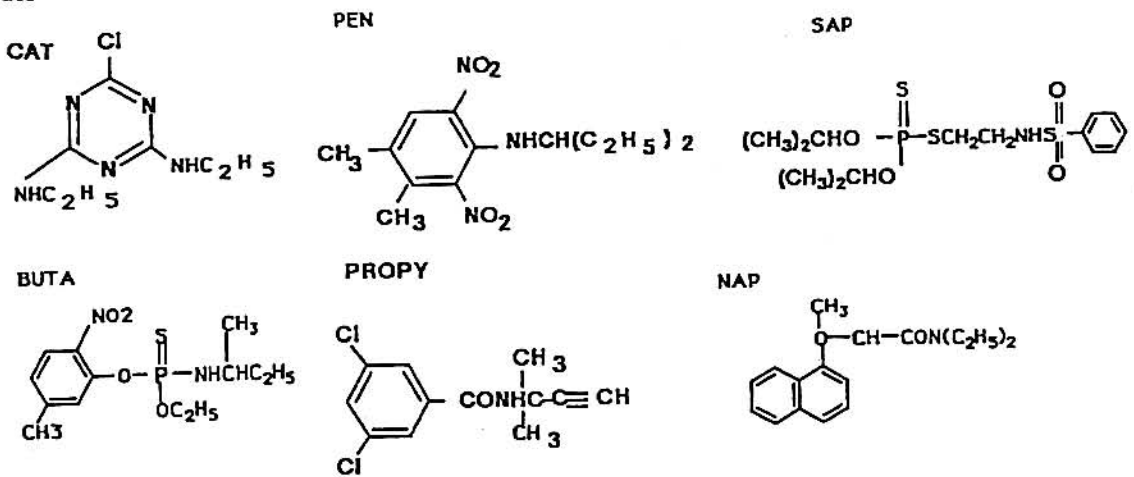
2.2 装 置

GC/MS システムはヒューレットパッカード社の質量検出装置付きガスクロマトグラフ（HP5971A+HP5890 II+HP7673+HP-VECTRA-QS20）を用いた。GC/ECD は島津製作所の（GC14A+CHROMATOPAC-R4A）を用

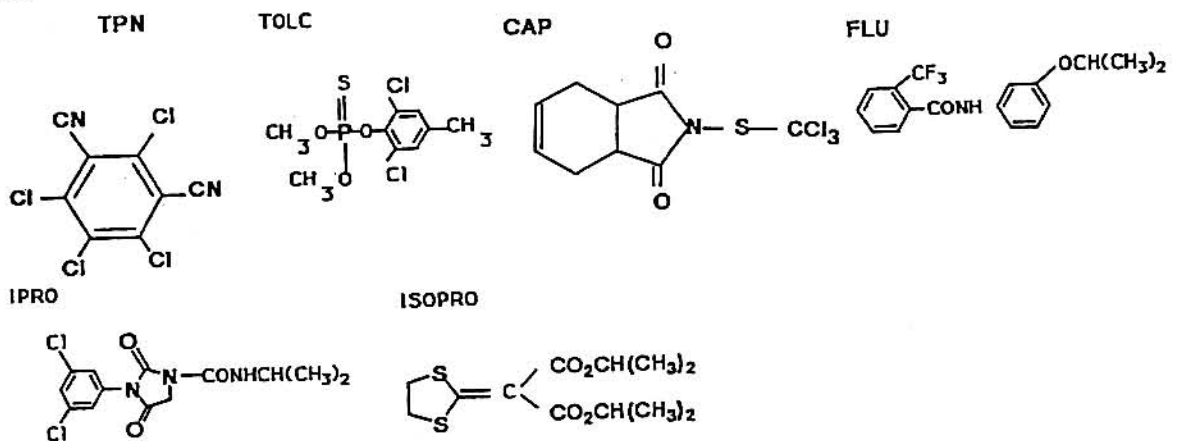
Table 1 Pesticides covered by the GC/MS, GC/ECD method

HERBICIDES	FUNGICIDES	INSECTICIDES
Simazine (CAT)	Iprodione (IPRO)	Diazinon (DIA)
Napropamide (NAP)	Chlorothalonil (TPN)	Fenitrothion (MEP)
Bensulide (SAP)	Tolclofos-methyl (TOLC)	Isoxathion (ISOXA)
Pendimethalin (PEN)	Captan (CAP)	Isofenphos (ISOFEN)
Propyzamide (PROPY)	Flutolanil (FLU)	Chlorpyrifos (CHLOR)
Butamifos (BUTA)	Isoprothiorane (ISOPRO)	

Herbicides



Fungicides



Insecticides

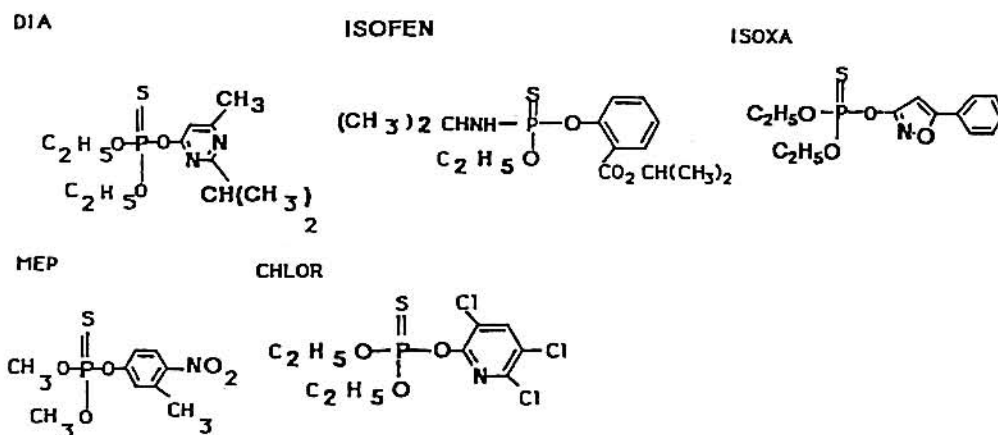


Fig 1 Structural formulas of Pesticides covered by the GC/MS, GC/ECD method

Table 2 Operating conditions of GC/MS, GC/ECD

	GC/MS	GC/ECD
Systems	HP5971A + HP5890II + HP Vectra QS-20	SHIMADZU 14A + Chromatopac R4A
Column	OV1701	OV17
Column temperature	0.25mmid* 0.15 μ m* 15m 45°C-30°C/m-210°C-5°C/m -232°C-35°C/m-250°C	0.32mmid* 0.25 μ m* 3m 100°C-20°C/m-220°C
Injection temperature	250°C	250°C
Injection method	HP7673 Auto injector splitless	Manual splitless
Carrier gas	He Back pressure 4 PSI	He Entrance pressure 0.9Kg
Interface temp.	250°C	----
Ionchamber temp.	170°C	----
Ionization Voltage	70eV	----
Ionmulti. Voltage	2400V	----

いた。これらの操作条件を Table 2 に示す。試料水の通水には Waters のセップパックラック (8 検体並列処理可能) を、農薬を保持したカートリッジの溶出には Supelco の Visiprep vacuum manifold を、通水後のカートリッジの Dry purge および溶出液の濃縮乾固には Supelco の Visi dry attachment を使用した。

2.3 最適分離カラムの検討

HP5971A の真空排気能力の関係より使用するキャピラリーカラムは最大内径 0.25 mm とし、低沸点から高沸点までの農薬を一括分析することを考慮して、膜厚の薄いものを (0.2 μ m 程度) を選択した。これらの条件を一定にし、カラム OV-1, OV-5, OV-1701 について分離能を検討した。

2.4 ブランククロマトグラム

固相抽出法の分析フローを Fig 2 に示す。各々の分析フローに従って、蒸留水を用いて全操作ブランク試験を行った。

2.5 添加回収実験

対象農薬の検出されない河川水 (SS 5 ppm) 200 ml に 17 農薬のアセトン標準混合溶液 0.1 ml を添加して上記の固相抽出法の分析フローに従って添加回収率と変動係数を求めた。繰り返し回数は 8 回である。添加した農薬の試料中濃度は、5-50 ppb の範囲である。

3 結果と考察

3.1 最適分離カラム

実験方法で述べた条件で 3 種類のカラム液相を比較した。OV-1, OV-5 は各クロマトパターンはほとんど同じであり、NAP と BUTA は完全

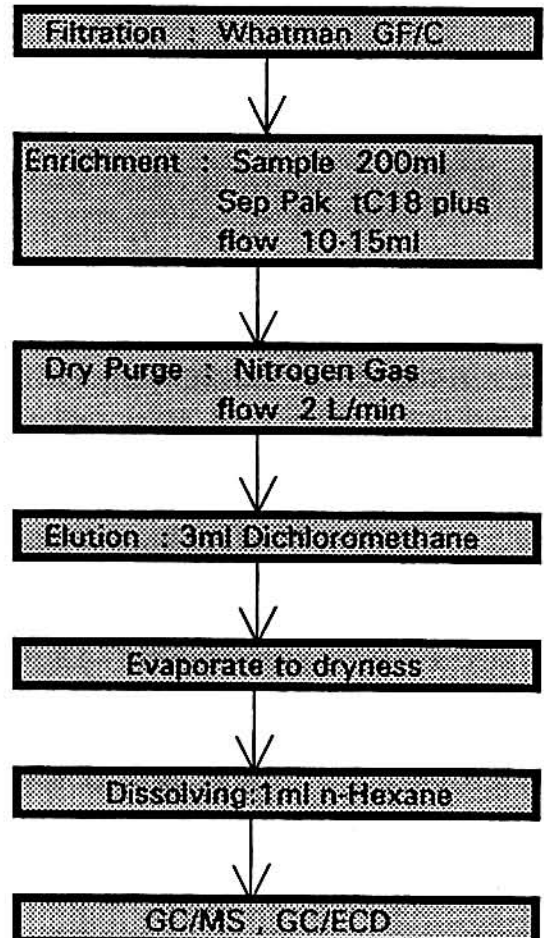


Fig 2 A schem for sample preparation by solid phase extraction for the determination of pesticides

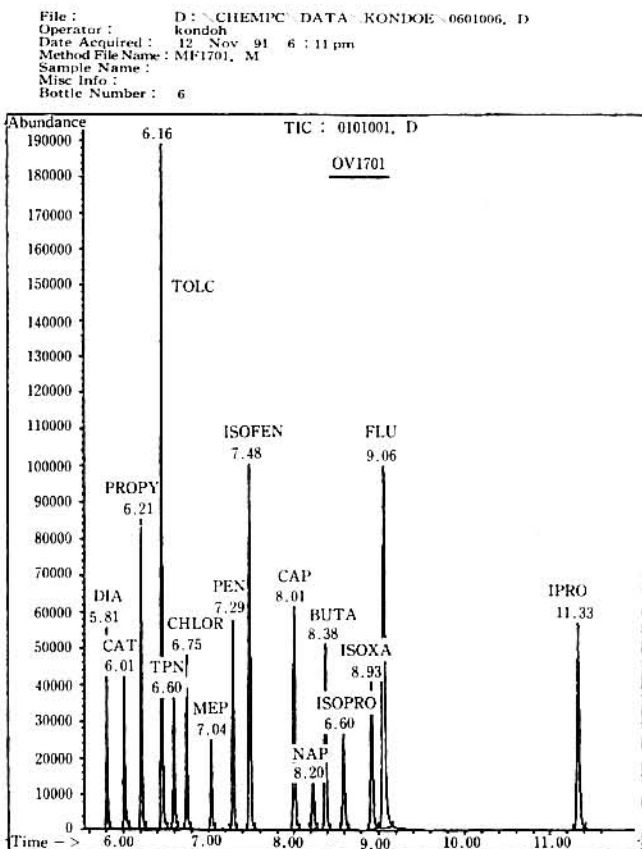
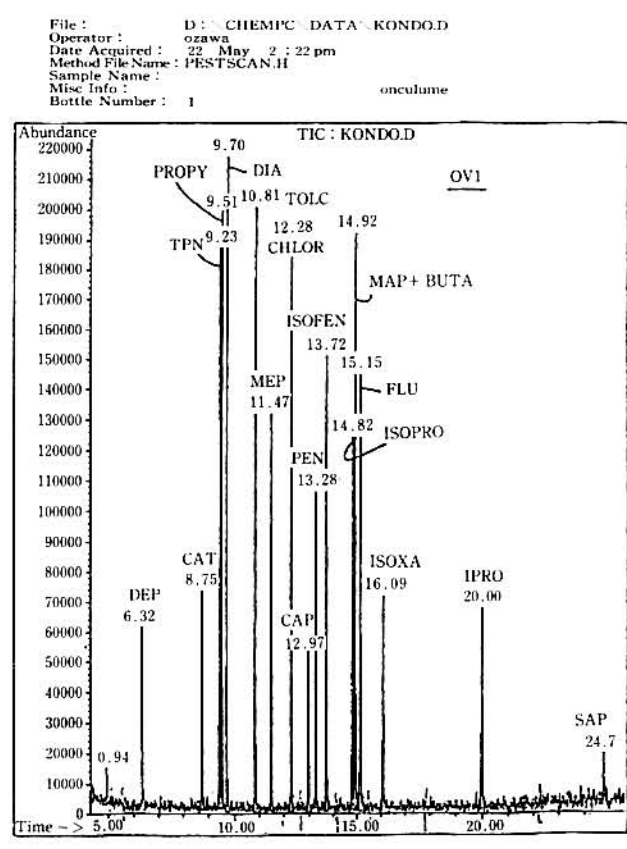


Fig 3 Typical gas chromatogram of Pesticides by HP 5971A/MSD (Left: OV-1, Right: OV1701)

に重なり、TPN と PROPY, ISOPRO と NAP+ BUTA も分離不十分であった。一方、OV-1701 では各農薬のすべてについて、完全に分離された。

また、高沸点の SAP を一括分析するには分離時間が長く、また、カラム液相の使用可能温度の上限近くで長時間使用することからカラム、GC/MS 検出器ともマイナス要因が大きい。このため、SAP については別途、薄膜短小のカラムを用い、GC/ECD で分析した。OV-1 と OV-1701²⁾ を用いた場合の農薬の分離例を Fig 3 に示す。

3.2 固相抽出法による前処理について

サンプル中 (ゴルフ場排水, 河川水) の懸濁物質が Sep-Pak 中に入ると、目づまりを起こしたり水分除去が困難となり、GC/MS, GC/ECD 分析に支障をきたす。このため、試料を予めガラス繊維濾紙 (Whatman GF/C, 約 1 μm ポアサイズ) でろ過した。得られた濾液 200 ml を Sep-Pak tC 18 plus (400 mg) に通水 (通水速度約 10 ml/min) した。このカートリッジは予め、ジクロロメタン 5 ml, アセトン 5 ml, 蒸留水 10 ml の順によく溶媒和しておいた。また、Supelco の Visiprep などの減圧吸引装置は Drypurge の時の水

分がバルブ等の通路に残っているのでチッソガスで除いた。サンプル通水後の固相抽出材中の水分は遠心分離や減圧吸引では全く除去できないが、高純度チッソガスを 2 l/min 程度で約 12 分間 Drypurge³⁾ を行うことによって、ほぼ完全に水分を除去し得た。Sep-Pak tC18 plus からの溶出はジクロロメタン 3 ml で行い、さらにこれを高純度チッソガスで濃縮乾固させて、ヘキサン 1 ml に溶解させた。

3.3 ブランク試験

蒸留水を用いた固相抽出法と液液抽出法による全操作ブランクのガスクロマトグラムを Fig 4 に示す (固相抽出の方は縦軸スケールを 25 倍に拡大している)。

固相抽出法の場合は全く妨害ピークが現れないが、液液抽出の場合はフロリジルによるクリーンアップの後も著しい妨害ピークが生じていた。保持時間 6 分前後の不純ピークは食塩由来のもので、700°C で 24 時間焼くか、高価な残留農薬分析用食塩を使用することによって除けるが、それ以外の不純ピークは種々の操作を試みても除けなかった。即ち、液液抽出では大量の試薬と大量の

Table 3 Recoveries of 17 Pesticides

PEST	Conc.(ng/ml)	Recovery(n = 8)%	C.V.(n = 8) %
DIA	5.0	83.6	8.1
CAT	5.0	111	10
PROPY	5.0	96.4	11
TOLC	5.0	81.8	8.5
TPN	5.0	86.0	10
CHLOR	5.0	61.1	9.2
MEP	10	94.0	11
PEN	5.0	46.4	12
ISOFEN	10	85.8	9.2
CAP	50	91.6	8.8
NAP	5.0	73.3	4.2
BUTA	10	75.0	1.9
ISOPRO	5.0	79.5	2.8
ISOXA	20	75.0	8.2
FLU	5.0	114	9.5
IPRO	20	96.8	8.2
SAP	20	75.1	10

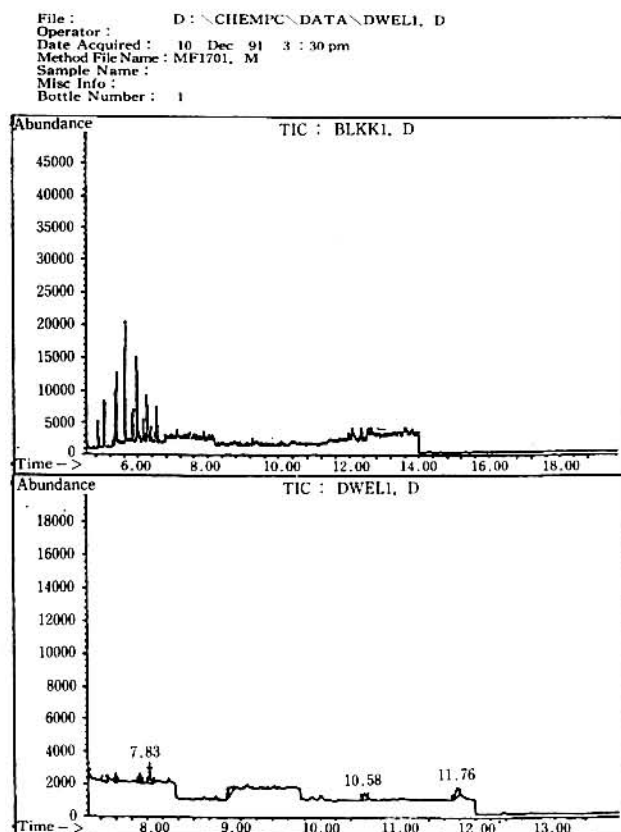


Fig 4 Demonstration gas chromatogram through the analysis of a distilled water method blank. (Upper: liquid liquid extraction, Lower: solid phase extraction)

ガラス器具を使用して長い工程を経るため、妨害ピークが避けられないと考えられる。

3.4 添加回収実験

添加回収率試験の結果を Table 3 に示す。ほとんどが回収率 75% から 115% の範囲に入り、変動係数もすべて 12% 以内であった。十分に実用できるものとする。

3.5 消費する時間と試薬量の比較

液液抽出法は有機溶媒による抽出の段階で必ずエマルジョンを生じ、この処理に多くの操作と時間を要する。また、ジクロロメタンなど作業環境

Table 4 Comparison of reagent consumption and run time

Reagent	LLE	SPE
Dichloromethane	100ml	8ml
Aceton	33ml	5ml
n-Hexane	110ml	1ml
NaCl	80g	...
Sodium sulfate (unhydro)	50g	...
Nitrogen gas	gauge 1.2Kg decr.	gauge 2Kg decr.
Filter	silica wool 0.5g	Whatman GF/C

per one sample

Operation	LLE	SPE
Extract, clean up	120min	5min
Condensation	50min	3min
Dehydro, dryness	(24hr)	1min
Prewash	10min	2min
Filtration	10min	5min

per one sample

上避けた方がよい有機溶媒を大量に使用する。一方、固相抽出法は、エマルジョンが生じることがなく、また、有機溶媒の使用量を大幅に削減でき、さらに、前述のブランク試験の結果から、クロスコンタミネーションの減少も期待できる。ここで、両法による処理時間の比較を試みたところ、固相抽出法は液液抽出法の1/10以下であった。なお、処理に要する費用は両法で有意の差は認められなかった。

4 結 語

農薬を含む化学物質の環境分析においては、その対象物質のもつ物理化学的性状やサンプル媒体により前処理方法や検出機器の種類を巧妙に使い分けている。液液抽出法では、PH や塩析濃度や抽出溶媒などの選択因子が多く、多成分を一括分析する場合、これらを組み合わせて別々に抽出操作を行うことが一般的である。固相抽出においても対象物質により種々の固相を使い分ける必要があ

り、必ずしも今回採用した手法だけで、すべての物質が処理できるとは限らない。しかし、前処理の分析効率や作業の安全性を考えたとき、液液抽出法とは比較にならないほどの利点が認められた。

水がサンプル媒体のときは完全に液液抽出法に比べて効率的であり、多数の検体を分析する必要がある環境分析においては、迅速に検体を処理できる Sep-Pak tC18 plus のような化学結合型シリカゲルを用いた固相抽出法は非常に有効な手段であることが示された。

参 考 文 献

- 1) K.C.Van Horne 編集：固相抽出法ハンドブック (1985)
- 2) 笹山 弘：環境化学, 1, 145 (1991)
- 3) Hewlett-Packard Co.: Hewlett-Packard Application Note (1990)

RP-C18 Cartridge Isolation of 17 controlled Pesticides in Water Supplies

Hideharu KONDOH, Kiyoyasu MURATA

Semiautomatic solid phase extraction was developed to determine relevant pesticides in wastewater flowing through golf courses. These pesticides were isolated on a Sep-Pak plus tC18 cartridge, then eluted with Dichloromethane. The Dichloromethane eluate was substituted using n-Hexane, then submitted directly to full automatic GC/MS systems (HP5971A+HP5890II+HP7673) and GC/ECD. Recovery rates were usually higher than 75% and the standard deviations were 12% at the most.

In conclusion, the advantage of solid phase extraction is follows :

- SOLVENT USE REDUCED BY AT LEAST 90%
- NOT LABOR INTENSIVE
- NO HARM TO HUMANS, CLEAN EXTRACT
- HIGH QUALITY DATA

夕張岳岩峰地におけるユウバリクモマグサと エゾノクモマグサの群落形成

西川 洋子 宮木 雅美
堀 繁久

要 約

夕張岳の岩峰地に生育する近縁の固有種ユウバリクモマグサとエゾノクモマグサについて、生育環境及び成長量の比較等を行い、群落の形成過程を推測した。

エゾノクモマグサは比較的安定した岩盤の割れ目に根をはって生育し、ユウバリクモマグサは不安定な崩壊地に礫を覆うように生育する。新条の平均長は、エゾノクモマグサが5.7 mm、ユウバリクモマグサが26.6 mmであった。群落の平均面積は、エゾノクモマグサが44.8 cm²、ユウバリクモマグサが10,850 cm²であった。ユウバリクモマグサは、新条の伸長量が大きく、群落の面積も大きい。この特性は、石礫地のような不安定な場所における、生育地の獲得に適している。

ユウバリクモマグサ群落では、リター層は多くの部分で存在したが、腐植層は花茎をつけている部分にしか存在しなかった。群落に接して生育するオオイワツメクサとイワベンケイの下には、ユウバリクモマグサ起源の腐植層が存在した。

エゾノクモマグサ群落についても、腐植層の堆積とともに他の植物に置き替わる傾向が観察された。

ユウバリクモマグサとエゾノクモマグサとは、生育場所と生育特性が異なっている。しかし、ともにパイオニア植物として岩れき地で生育し、他種との競争には弱い植物であると考えられる。

1 はじめに

高山地域には、低温、強風などの厳しい気象条件や急峻な地形条件に適応した特殊な植物群落が成立している。さらに、超塩基性岩や石灰岩など特殊な地質の山系には、その地域特有の固有植物が生育する。

近年、多くの山岳で入山者が増加し、踏みつけや盗掘による、高山植物群落の荒廃が問題となっている¹⁾。なかには、個体数が激減し、絶滅が危惧されている種もある。このような植物の適正な保護管理を行うためには、個々の植物の生態や生育環境を明らかにしていく必要がある。

ユウバリクモマグサとエゾノクモマグサは、ともに高山植物の宝庫として知られる夕張岳に生育し、絶滅に瀕している近縁種である。これら2種について生育特性を調べ、群落がどのように形成されるのかを推測した。

2 調査地

夕張岳は、富良野芦別道立自然公園に指定されており、高山植物が豊富なことで知られている。

蛇紋岩、緑色片岩など特殊な地質に対応して、蛇紋岩崩壊地、岩峰地、湿地に大別される高山植物生育地が存在し²⁾、5種2亜種1変種の固有植物³⁾が生育している。

調査は、岩峰地の岩塊と、岩塊下部の石礫崩壊地で行った。

3 材 料

ユウバリクモマグサ (*Saxifraga yuparensis* Nosaka) とエゾノクモマグサ (*S. nishidae* Miyabe et Kudo) は、ユキノシタ科シコタンソウ属の近縁種である。エゾノクモマグサは、夕張岳の岩場のみみられる固有種であり、7月下旬から8月にかけて1本の花茎に1~3花をつける。ユウバリクモマグサは、エゾノクモマグサとシコタンソウとの中間型だといわれており、夕張岳の限られた岩峰地のみで生育し、個体数は非常に少ない。

4 調査期間及び調査方法

調査は、1991年8月6~7日および9月9~10日に実施した。

表1 岩峰地植生調査結果

方形区面積 1×1 m²

種名	方形区No.												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ミヤマダイコンソウ		10	+	10									
コケ SP.	+	5	5	5	5	+	+	+	+	5	+	10	60
リシリゲンゲ		5	3	+									
ミヤマトウキ	+	3	+	5									
ショウジョウスゲ	+	3	5	5								5	
タカネナデシコ		+										+	
チャボカラマツ		+		+	+	+	+		+			+	
イワノガリヤス	+	+		+						+			
ダイヤモンドソウ	+	+	+										
エゾノクモマグサ	+	+											+
イワベンケイ		+				+	3	+	5			3	
ミヤマラッキョウ		+											
シラネニンジン		+											
チシマゼキショウ		+	+										
ミヤマムラサキ		+											
ムカゴトラノオ		+	+	+									
ミヤマウシノケグサ		+										+	
ハイマツ													65
コケモモ													5
ウラジロキンバイ			+										
ミヤマコウボウ			3	+									
ミヤマハタザオ				+	+							+	
フタマタタンポポ				10									
キバナノコマノツメ				+									
イワイチョウ				+									
キバナシャクナゲ													10
チシマギキョウ			+										
オオイワツメクサ				3	5	15	3	15	5	10			
ミヤマアズマギク			+	+									
エゾノキリンソウ				+								+	
ウメバチソウ				+									
ユウバリクモマグサ									15				
イワオウギ					+								
植被率(%)	3	30	15	40	10	15	5	15	20	10	+	10	70
植生高(cm)	12	14	31	33	13	11	10	12	18	17		15	60
出現種数	6	17	12	17	5	4	4	3	5	3	1	9	4

注：各出現種は、植被率(%)で表した。

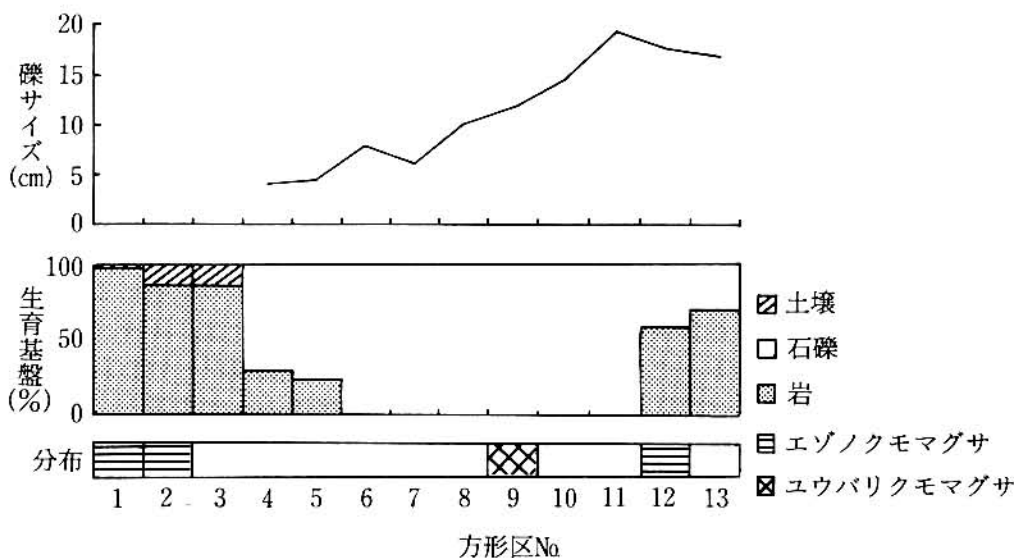


図-1 調査ラインの生育基盤および植生の分布

岩峰の上から下へ13 mのラインを設定し、連続して1×1 m²の方形区を単位に、出現種名、草高、被度、および生育基盤（岩、礫、土壌）の種類と礫サイズを記録した。

ユウバリクモマグサとエゾノクモマグサの成長量を比較するために、新条の長さを測定した。

さらに、ユウバリクモマグサ群落に長さ40 cm～80 cmのラインを5本設定し、各ラインについて連続した5×5 cm²の方形区を単位に出現種名を記載するとともに、草高、被度およびリター（落葉）層と腐植層の厚さを測定した。

5 結 果

5.1 岩峰地におけるユウバリクモマグサとエゾノクモマグサの分布

岩峰地の植生と生育基盤を、表-1及び図-1に示す。調査地の上部の方形区No. 1～5と下部のNo. 12～13では安定した岩の割合が高く、上部の岩の一部には土壌が薄く堆積していた。方形区No. 6～11は石礫地であり、礫サイズは下方ほど大きかった。

岩盤と比較的安定した岩の上には、ミヤマダイコンソウ、ダイヤモンドソウ、ミヤマトウキなど岩場特有の植物が認められた。エゾノクモマグサは、このような場所の土壌堆積のない岩盤の割れ目に根をはって群落を形成していた。群落の平均面積は、44.8 cm² (N=5)であった。

崩壊地の石礫上に、イワベンケイやオオイワツメクサが斑状に分布し、ユウバリクモマグサ群落は、平均礫サイズ12 cm程度の場所に成立していた。ユウバリクモマグサ群落の大きさは、平均10,850 cm² (N=2)であった。

5.2 新条成長量の比較

エゾノクモマグサとユウバリクモマグサの新条の長さは、それぞれ5.7±1.6 mm (N=26)、26.6±19.2 mm (N=39)で、ユウバリクモマグサの方が長かった（図-2）。

5.3 ユウバリクモマグサの群落成長と生育環境

ユウバリクモマグサ群落における各調査ラインの植被率とリター層および腐植層の厚さを、図-3に示す。

ライン1～4では、ユウバリクモマグサ群落に接して、イワベンケイ、オオイワツメクサが生育していた。ユウバリクモマグサの下には、リター層が存在したが、腐植層は一部を除き存在しなかった。群落周辺部のイワベンケイ、オオイワツメクサの下には、ユウバリクモマグサを起源とす

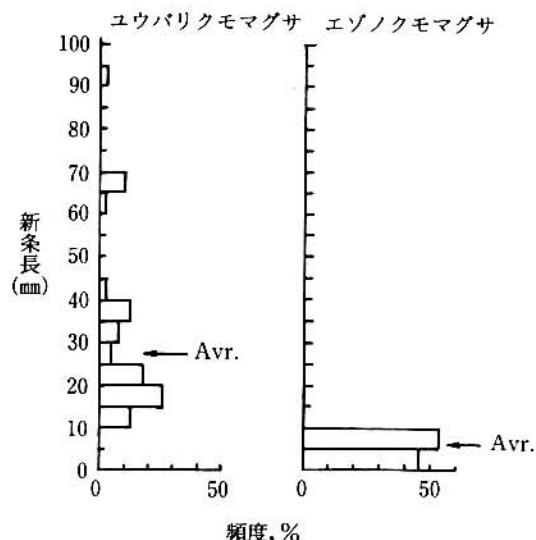


図-2 ユウバリクモマグサおよびエゾノクモマグサの新条長の頻度分布

る腐植層が最大40 mmの厚さで存在していた。このことは、現在他種が生育しているところに、以前ユウバリクモマグサが生育していたことを示している。

ライン5は、ユウバリクモマグサの花茎をつけている部分を含んでいる。ここでは、ユウバリクモマグサの下に多くのリターと腐植が存在していた。リター層の厚さは、最大60 mm、腐植層は最大20 mmであった。

エゾノクモマグサ群落についても、ユウバリクモマグサ群落と同様に、腐植層の堆積とともに他種の植物に置き替わる傾向が観察された。

6 考 察

エゾノクモマグサが生育する岩隙は、線状に小面積しか利用できないが、湿度は保たれ、比較的安定した環境である。これに対して、ユウバリクモマグサが生育する岩峰下部の石礫地は、上部から石礫が供給されるとともに、凍結、融解の繰り返しによって絶えず礫が移動している不安定な環境である。

ユウバリクモマグサはエゾノクモマグサに比べ、新条伸長量が4～5倍程度大きい（図-2）。このユウバリクモマグサの特性は、石礫地のような不安定な場所で、新たな生育地を面的に短期間に獲得するのに適応的な生育様式であるといえる。

ユウバリクモマグサ群落のほとんどの部分には、リター層は存在したが、腐植層は存在しなかった。花茎をつけている部分のみに腐植層が存在し、

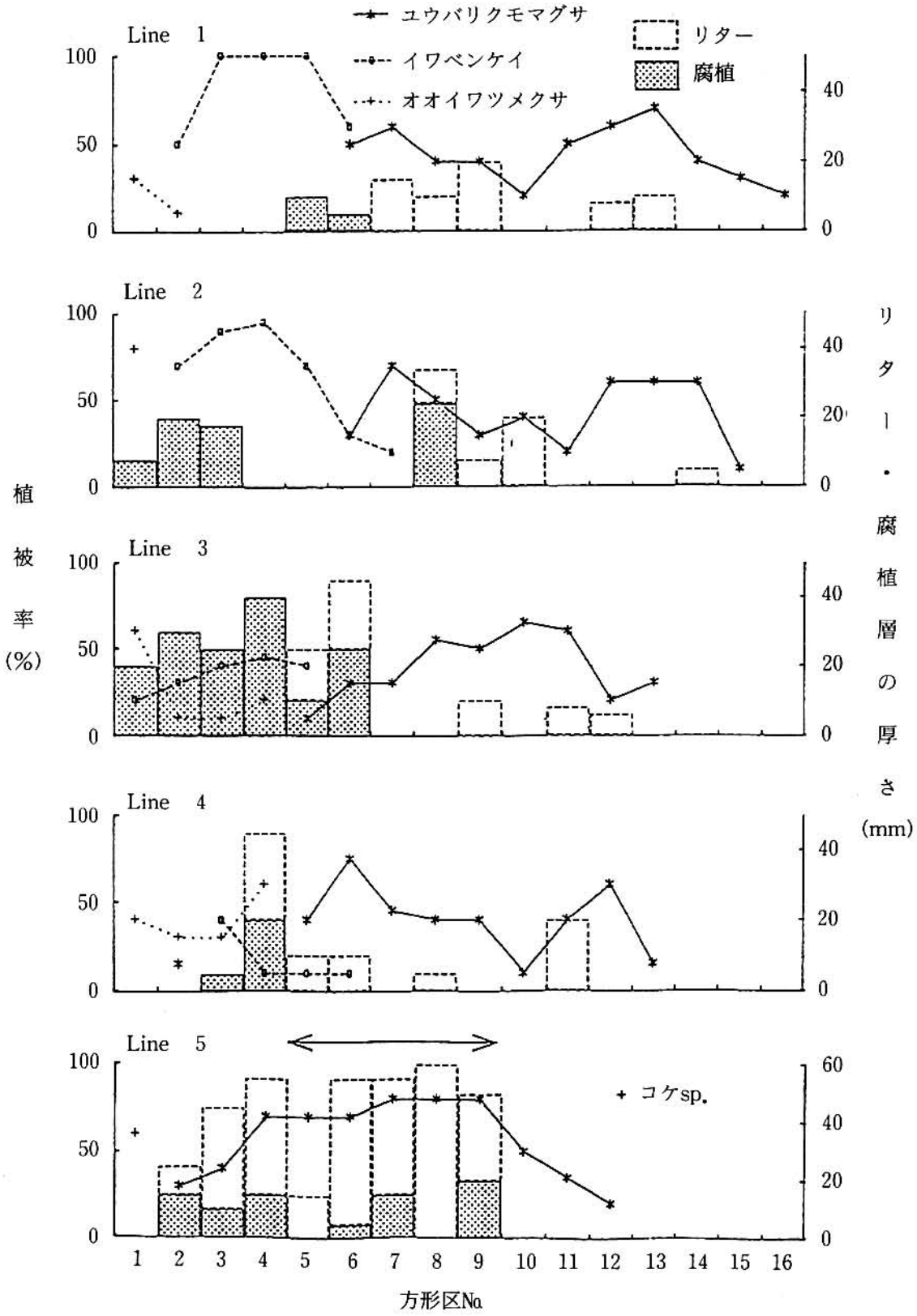


図-3 ユウバリクモマグサ群落における各調査ラインの植被率と、リターおよび腐植層の厚さ

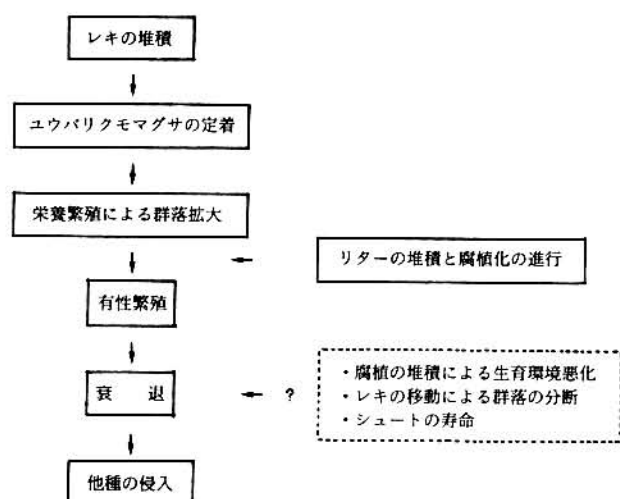


図-4 ユウバリクモマグサの群落形成過程

リター層も厚かった(図-3)。また、群落周辺部に生育するオオイワツメクサとイワベンケイの下には、ユウバリクモマグサ起源の腐植層が存在した。以上のことから、ユウバリクモマグサの群落は、次のように成長すると考えられる(図-4)。上部の岩の崩壊によって堆積した石礫地に侵入したユウバリクモマグサは、さかんに新条を伸ばして栄養繁殖により群落を形成し、拡大する。群落内の、充分成熟して有性繁殖が可能になった部分では、一斉に開花する。同時に、このような部分では齢が増すため、リターが堆積し、腐植化が進む。腐植の堆積による生育環境悪化、礫の移動による群落の分断、あるいは茎の寿命など、何らかの要因によって地上部が衰退すると、イワベンケイやオオイワツメクサなど他の植物が侵入する。一方、ユウバリクモマグサは、腐植が堆積せず、他の植物が生育しない新たな場所へと移動し、成長を続ける。

エゾノクモマグサ群落についても、腐植層の堆積とともに他の植物に置き替わる傾向がみられ、ユウバリクモマグサと同様に、植物間の競争のない、遷移初期の貧栄養な場を生育地としていると考えられる。

7 おわりに

ユウバリクモマグサとエゾノクモマグサは、生育基盤の安定度など生育環境が異なり、それに対応して群落の拡大方法に違いがある。しかし、ともに岩峰地のパイオニアであり、他種との競争には弱い植物であると考えられる。

両種はともに夕張岳固有の希少種であるが、なかでも緊急に保護を要するのは、ユウバリクモマグサである。この種は個体数も極めて少なく、礫の大きな移動によって群落が分断されている部分もみられた。ユウバリクモマグサは、不安定な石礫地で、礫の微妙な移動速度に成長速度を適応させていると考えられ、人為的な礫の移動の影響を受け易いと考えられる。

今後現地での遺伝子保存を図るために、崩壊しやすい石礫地への立ち入りを禁止する措置を講ずることが必要である。同時に、現在生育している群落を保全するとともに新たな群落を復元するため、結実や種子の散布・定着などの生態調査を進める必要がある。

参考文献

- 1) 北海道：自然公園特定地域保全対策調査報告書，4-33 (1992)
- 2) 渡辺定元：国立科博専報，4，95-126 (1971)
- 3) Nosaka, S.: Fac. Sci. Hokkaido Univ. Ser. V (Botany), 9, 55-300 (1974)

Community Formations of *Saxifraga yuparensis* and *S. nishidae* in the Rocky Ridge Region of Mt. Yubari

Yoko NISHIKAWA, Masami MIYAKI
and Shigehisa HORI

Abstract

Growth characteristics of *Saxifraga yuparensis* and *S. nishidae* and their habitats were surveyed in the rocky ridge region of Mt. Yubari.

S. yuparensis was found among the debris compared with *S. nishidae* in the small crevices of the rocks. Mean shoot lengths of *S. yuparensis* and *S. nishidae* were 26.6 and 5.7mm, respectively. Mean areas of *S. yuparensis* and *S. nishidae* communities were 10,850 and 44.8cm², respectively. High elongation of the shoots in *S. yuparensis* suggests that this species is adapted to occupy its habitat in short time within unstable environment such as within the debris.

In *S. yuparensis* communities, the litter layers existed for most parts of them. However, the distribution of humus layers were restricted at the place where flower stalks grew.

Under *Sedum rosea* and *Stellaria nipponica* var. *yezoensis* adjacent to *S. yuparensis*, there were the humus layers which originated from *S. yuparensis*.

Similar to *S. yuparensis*, it was observed that *S. nishidae* communities changed to other plants as the humus layer accumulated.

S. yuparensis and *S. nishidae* are equally pioneer plants growing in rocky places and are weak in interspecific competition although their growth characteristics and habitats are different between them.

知床半島で試みたエゾシカのドライブカウントと 定点カウントの比較

梶 光 一 山 中 正 実¹⁾
矢 部 恒 晶²⁾ 間 野 勉

要 約

エゾシカの生息数調査手法検討の一環として、1992年3月に知床半島岩尾別地区のシカ越冬地において、ドライブカウントと定点カウントの比較調査を行った。その結果、84.4 haの調査地において、ドライブカウントでは171頭、定点カウントでは46頭と、前者は後者の約4倍を数えた。群れ構成は、ドライブカウントでは7オス：100メス：50子、定点カウントでは3～7オス：100メス：55～57子となり、ほぼ同様な値を得た。ドライブカウントは、越冬地のような狭い地域における絶対密度の推定と群れ構成の把握に有効である。

1 はじめに

北海道ではエゾシカ (*Cervus nippon yesoensis*) の分布拡大にともない農業等被害が増加し、適正な保護管理が求められている。しかし、その基礎的な資料となる生息数とその動向については不明な点が多い。そこでエゾシカの生息数調査手法確立の一環として、ドライブカウント法と定点観察法の比較検討を行ったので報告する。

2 調査地の概要

調査地は知床半島岩尾別川河口付近とその右岸に広がる台地を含む面積84.4 haの地域である。右岸斜面から台地の縁にかけては、オオバボダイジュ、ミズナラ、オヒョウ、イタヤカエデなどの広葉樹林の一部にトドマツが混ざっている。台地上は開拓跡地で、疎な広葉樹の二次林となっている。右岸の急斜面は日当たりが良く、積雪が少なかったが、台地上の積雪は40～50 cmに達していた。今回センサスの検討を行った調査地では、1989年以降、斜里町知床自然センターによって、テレメーター装着個体の追跡調査が行われ、岩尾別河口流域はメスジカを中心とした越冬地であることが明らかにされている(矢部ら²⁾)。

3 調査方法と期間

ドライブカウント法は、勢子が一列にラインを

作ってシカを追い出し、追い出されたシカについては、見通しの良い場所で待機していた調査員が、ラインを抜けたシカについては、勢子が数える方法である。調査に先だって、1992年3月27日に岩尾別台地上の追い出しスタート地点に番号を付けた標識テープを50 m間隔で立木に付けた。ただし、見通しの悪い場所とシカ道が発達して逃走が予測された海岸部では、標識の間隔を30 mとした。また追い出されたシカの観察地点を対岸に5カ所選定した(図1)。

ドライブカウントは1992年3月28日10:05～10:50に実施した。調査員は勢子36名、観察・記録16名、指揮1名、連絡1名の合計54名である。勢子隊は1名おきに配置したトランシーバーを持つ調査員により、ラインを崩さないようにゆっくりと静かに前進し、シカを沢に追いやった。シカと勢子間の距離が接近し、シカが勢子のラインを突破しそうになった場合には、声を出してシカを追い返した。

観察員は双眼鏡と望遠鏡により、また勢子は主に肉眼により、目撃にしたシカについて、1) 発見時刻、2) 発見場所、3) 頭数と群れ構成、4) 逃走方向、を地図上に記録した。重複カウントを除くために、勢子間を抜けたシカについては、右側を抜けたシカのみを記録することにした。

定点観察法は、一定地域を見渡せる定点から地上観察によって、対象動物をカウントする方法である。定点観察は、シカの越冬地を見渡せる地点(図1上のポイント1と2)において、1992年3月

1) 知床自然センター

2) 北海道大学農学部

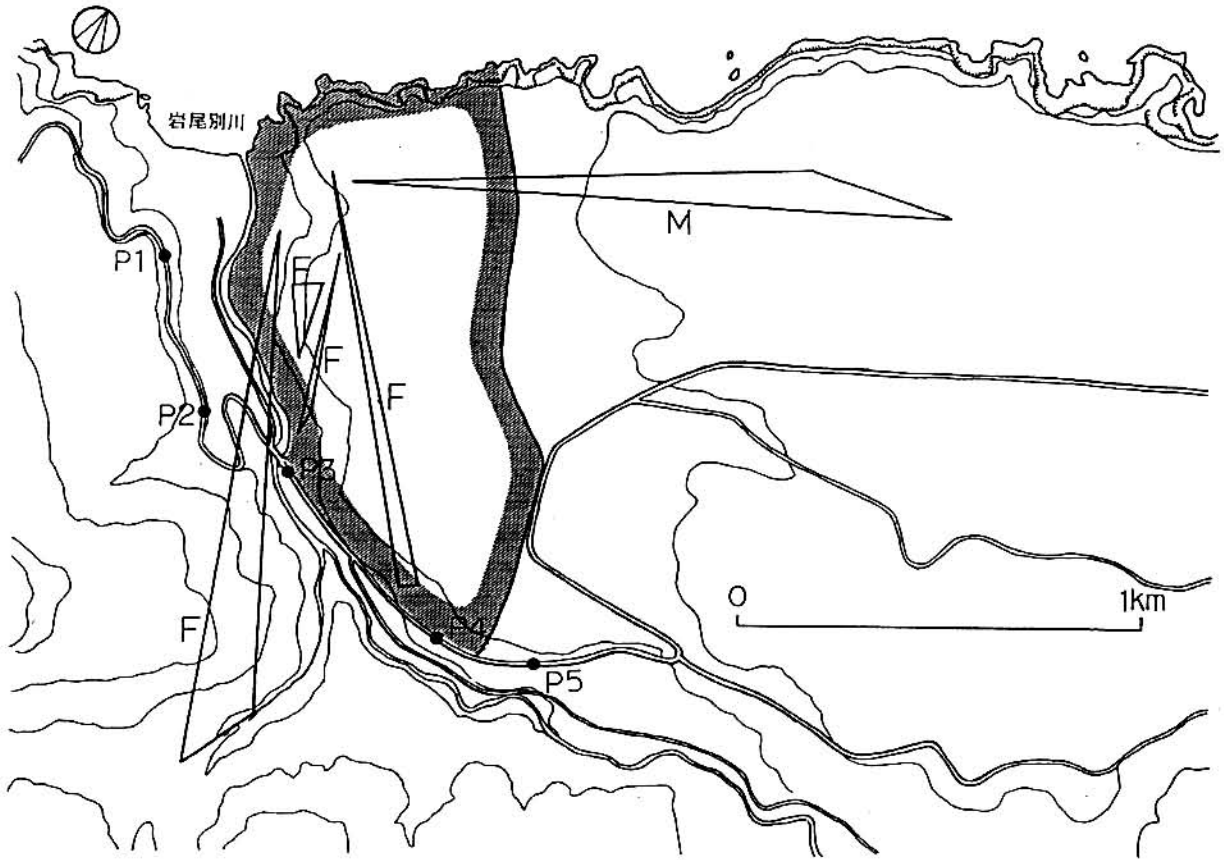


図1 斜里町岩尾別におけるテレメーター装着個体の位置と定点観察地点 (1992年3月27日～30日)斜線部は追い出し調査範囲, P1～P5は観察地点, Mは成獣オス, Fは成獣メスを示す。

3日16:30～17:00および3月27日16:07～16:23の間に双眼鏡と望遠鏡を使用して行った。

生息数調査対象地の面積規模の妥当性を検討するために、ドライブカウント前後の3月27日から3月30日にかけて、テレメーター装着個体のロケーションを行った。

4 調査結果

ドライブカウント法では、観察地点で120頭、勢子によって51頭の計171頭が確認された。勢子隊によって観察されたメス群の中には、明らかに子が含まれていると考えられたので、観察ポイン

ト1～5で数えられたメスと子の比率から群れ内容を補正した。その結果、全体の群れ構成はオス8頭、メス109頭、子54頭となり、100メス当たりには換算すると7オス:100メス:50メスとなった(表1)。

一方、2回実施した定点観察では共に合計46頭が観察された。その内訳はオス1～2頭、メス28～29頭、子16頭であり、100メス当たりには換算すると3～7オス:100メス:55～57子であった。ドライブカウント法と定点観察法による観察結果を比較すると、前者は後者の約4倍の頭数を発見したが、両者の間では個体群構成に差がなかった($G=0.829$, $df=4$, $P=0.93$)。

表1 ドライブカウントと定点観察の比較

調査日	調査方法	群れ構成				合計
		成オス	1歳オス	メス	子	
1992. 3. 3	定点観察	2	0	28	16	46
1992. 3. 27	定点観察	1	0	29	16	46
1992. 3. 28	ドライブカウント	6	2	109	54	171

図1に、ドライブカウント前後のテレメーター装着個体の位置を示した。

テレメーター装着個体5頭（成オス1頭、成メス4頭）のうち成メス4頭は、ドライブカウント前日の3月27日夕方に実施した定点カウントの際に、調査地内で確認された。センサス終了後、メス1頭は岩尾別川支流の上流に移動したが、残りのメス3頭は調査地内に留まっていた。成オス1頭は、定点観察では確認されていなかったが、ドライブカウントで追い出された。その後は調査対象地外に移動した。

5 考 察

調査対象地には5頭のテレメーター装着個体が生息していたが、ドライブカウントでは2頭しか発見されなかった。しかし、勢子間の距離が30mから50mであり、相互に見通せる距離であったことから、実際にはテレメーター装着個体を含めほとんど全てのシカが観察されたと考えられる。実際の見落とし率を算出するためには、ドライブカウントの直前直後にテレメーター装着個体のロケーションを行う必要があるが、今回は直後のロケーションは実施しなかった。

テレメーター装着個体は、ドライブカウント終了後に2頭が調査地外へ移動したが、ほとんどの個体が調査の前後を通じて、ほぼ越冬地内に定着していた。そのため今回設定した調査地（面積84.4ha）は岩尾別川河口の越冬地をカバーしていたとみなせ、越冬地の生育密度を求めると、202.6頭/km²と非常に高い値となった。

Kajiら¹⁾は、洞爺湖中島においてエゾシカの生育数調査にドライブカウント法を用いており、約5km²の島において10～16名の勢子と船からの2名の観察員によって、1980～1984年にかけてそれぞれ2日間で実施した。この場合、追い出され

たシカが右往左往したために、重複カウントが生じた。しかし、今回実施した岩尾別川におけるドライブカウントでは、シカの逃走方向が一定であったため、重複は生じなかった。また、対岸の高い位置からシカが見通せたため、群れ構成が把握できるという利点があった。

以上のことから、越冬地のような狭い地域の密度推定は、ドライブカウントによって高い精度で行うことができる。しかし、この方法は労力がかかるため広域の調査には適していない。

一方、航空機からのカウントによって、広域の生息数調査を行う場合に、ドライブカウント法によって得られた結果は、航空機調査法の見落とし率の推定や、群れ構成の補正を行う上で有効であると考えられる。

謝 辞

本調査に際して、北海道猟友会斜里支部、斜里町、知床自然センター、知床ボランティアレンジャー、網走支庁経済部林務課自然保護係の皆様にご多大のお世話になりました。記してお礼申し上げます。

参 考 文 献

- 1) Kaji, K., T.Koizumi, and N.Ohtaishi: Effects of resource limitation on the physical and reproductive condition of sika deer on Nakanoshima Island, Hokkaido. *Acta Theriol.*, **33** (13), 187-207 (1988)
- 2) 矢部恒晶・鈴木正嗣・山中正実・大泰司紀之: 知床半島におけるエゾシカの個体群動態・食性・越冬地の利用様式及び自然教育への活用方法に関する調査報告(昭和63年度), 知床博物館研究報告 11, 1-20 (1988)

Evaluation on the Drive Count Method for Sika deer (*Cervus nippon*) on Shiretoko Peninsula, Hokkaido

Koichi KAJI, Masami YAMANAKA¹⁾,
Tsuneaki YABE²⁾, and Tsutomu MANO

Abstract

We compared the drive count method with the vantage point count method for Sika deer on Shiretoko Peninsula, Hokkaido during March 1992. A total of 171 deer was counted using the drive count method and 46 deer was counted using the vantage point count method. The sex and age composition was 7 males : 100 females : 50 calves for the drive count method and was 3 to 7 males : 100 females : 55 to 57 calves for the vantage point count method, and these results were similar between both methods. The drive count method is effective to estimate the density of Sika deer within a narrow area such as wintering range.

1) Shiretoko National Park Nature Center, Shari

2) Department of Forestry, Hokkaido University

フローセルの改良と硝酸還元用 Cd カラムの試作 (比色分析の少量化)

齋藤 修

要 約

チューブポンプを用いるフローセルが、簡単な改良により 3 ml 程度の発色液で安定した測定ができる、使い易いサイフォン式のフローセルとして機能することが確認された。

また、3 ml 程度の還元液に見合うコンパクトな Cd カラムを 3 つのタイプ試作しその機能を検討したところ、Cd を詰めたビニールチューブを浅い U 字形した J 型を何基か併設する方法が最も効率的であることが確認された。

1 はじめに

水の環境にとって富栄養化と有害物質汚染は、重要かつ重大な問題であり、閉鎖水域特に湖沼での栄養塩類の測定はますます増加することが予想される。

栄養塩類は、簡単な機器・比色計を用いて簡単に感度よく測定できる項目が多いが、燐の測定では感度が不足、硝酸の測定では還元用 Cd カラムの操作が煩雑である等の問題が残されている。

手分析でこれらに対処するため、チューブポンプを用いるフローセルにロートをつけてサイフォン用に配管し直すと大変使い易いサイフォン式のフローセル(5 cm 長)になって感度が良くなることを確認し、また栄養塩類の測定で最も手間と時間がかかる硝酸の測定用に、フローセルに見合うコンパクトな硝酸還元用 Cd カラムを 3 タイプ試作して、それぞれの性能について検討したので報告する。

2 比色計について

今回対象にした比色計は、平間 KK からフローインジェクションの検出器として発売されている、吸光度が液晶に表示される比色計“PP-5”である。このフローセル(セル長 5 cm)にロートをつけてサイフォン用に配管したところ、発色液が 3 ml 程度あれば非常に安定した測定値が得られる(約 20 分で 50 試料を測定)ロート式フローセルに改良し得ることが確認された。

セルおよび配管の概略を図 1 に示す。セルの(In, Out, Air) 3 つの出入口は、すべて上蓋の直径 3 mm の穴へ導かれる構造になっているので、

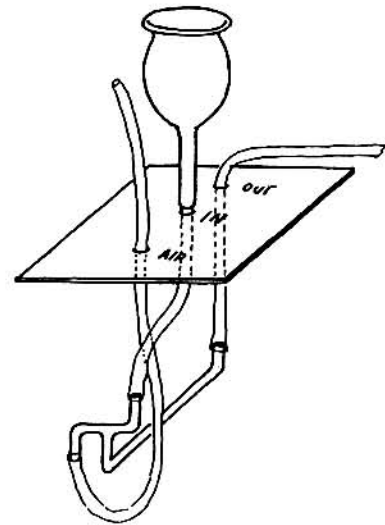


図 1 フローセルの外観

簡単にロート式に改造することができた。種類が多くあって目的の太さが選択し易い内径 0.073 inch のポンプチューブを配管に用いた。

In のチューブはプラスチックニップルを付けたオートビュレットの液補充用のロートと接続し、Air のチューブは先端に栓をした。Out からのチューブは蓋の固定ネジを利用して蓋の上部に水平に固定し、その先を 10 cm 程度の長さとした。なお気泡が入ったりして水流が止まった場合などには、図 2 に示す様に廃液溜の位置を変える事で水压を変化させ、(サイフォンの)流速を調節することによって簡単に正常に戻すことが可能であった。

本報告の目的の一つである発色液量を少なくすることにより、コンパクトな器具で分析が可能になるとともに、コンタミを受け易い項目は簡単に

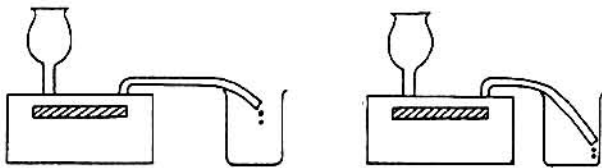


図2 ロート式の流量調節

デュアル測定ができるなど多くのメリットが生じた。さらに、1台のラボカート上でほとんどの作業ができるので現場での分析も十分可能になった。

3 硝酸還元用 Cd カラム

次に、少量の還元液に見合う Cd カラムの検討を行った。オートアナライザーの硝酸還元用 Cd カラムは、使い易く、多くの試料の使用に耐えられる等の利点(表1)があるので、横置きのカラムにチューブポンプを用いて試料を送り、サンプルの供給と還元試料の受取りを手作業で行ってみたが、次の理由で使用に耐えないことが確認された。つまりこのような装置はサンプラーとモニターとが一体になって初めてその能力が発揮されるものと思われる。

ア) 試料と還元液の授受に正確なタイミングが要求され、それが満たされない時には時間及び試料量にも広い安全幅が必要となること。

イ) 2 ml/min 程度の流速は、手でタイミングを取るには遅すぎる。

ウ) カラムに送る側だけにチューブポンプを用いた場合カラムにかかる圧力が大変高くなりトラブルの原因となる一方、カラムの引き側にもチューブポンプを用いた場合は装置が大がかりになってしまうこと。

オートアナライザーによる分析では Cd 活性化のため塩化アンモニウムを、管内の摩擦減少のために Brij (界面活性剤) を添加している。試料の 1/10 量の塩化アンモニウム・Brij の混合液を添加したところ還元、発色及び比色には差障りはなかったが、この添加により Cd を長時間良好に保てるか否かは短い使用時間では判断できなかった。

以上のことから、3つのタイプの Cd カラムの試作、検討をおこなった。3つのタイプともすべての透明なプラスチック筆箱の蓋に組立て、還元試料の受けにはメイリングチューブを用いている。筆箱の蓋は背面に穴を開けて試験管立てにツイストタイ(皮膜単線)で縛りつけて固定した。メイリングチューブは、半分程度の液量であれば蓋を開けたまま試験管ミキサーを用いて溶液を攪拌することもできる、容量 9 ml の目付きねじ蓋付きのプラスチック容器である。

3.1 試作した U 型 Cd カラムについて

まず、手分析用 Cd カラムの小型化を試みた。図3に概観を示す。

カラムは大腸菌用のディスペット(内径 2.8 mm) を 12 cm に切り両端にビニールチューブを詰め、上方には前述ロートを下方にはニップルを挿入した。Cd はテクニコン社製の粗い部分を詰めた。U 字の底部からの立ち上がり部分には、できるだけ流速を速くするために内径 0.75 mm の、すべり特性の良いマイクロラインチューブを熱水で整形して用いた。

U 型カラムは初流を捨てて 3 ml の還元試料を得るのに約 10 分を要した。またニップル上のグラ

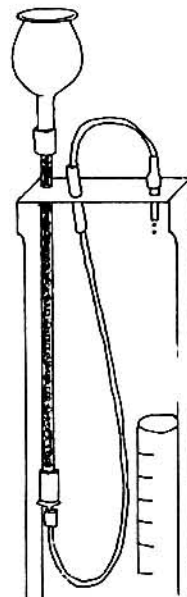


図3 U型カラム

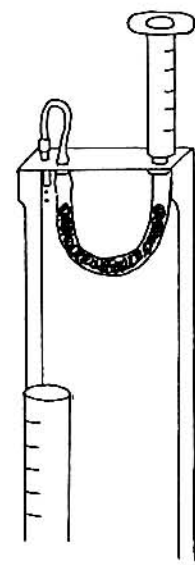


図4 J型カラム

表1 Cd カラムの比較

	カラム の容積	カラム の置方	カラム の取外	カラム 耐久性	試料と 活性液比	洗剤 添加	保存 性	Cd の 選択性
手分析	230*7.5mm	縦置き	不可	100試料	1:0	有り	?	無し
オートアナライザー	180*2.4mm	横置き	取外可	1000試料	1:7	無し	良	有り(硬さ)

スウールに微細な Cd が蓄積して流速が著しく低下する現象も見られたがこの対処方法としては、時々 Cd カラムを反転させることにより解決した。

3.2 試作した J 型 Cd カラムについて

流速を速くすることと、微細な Cd をガラスウールに蓄積させないことを目的にビニールチューブに Cd を詰め、U 字部分のへこみをできるだけ浅くしたカラムを試作した。図 4 に概観を示す。

内径 3.5 mm のユニチューブ 9 cm に前述の Cd を詰め、両端にニップルを填めた。筆箱の蓋上方に 2.5 mm の穴を 3 ケ開け、距離の開いた方の 2 カ所にニップルの細い方を突き出させた。その端側は 2 ml のディスポの注射筒に、内側は内径 0.51 inch のポンプチューブの短片に繋いだ。ポンプチューブの短片は n 字に曲げて、3 ケ目の穴を通した還元液の落出口用のニップルに繋いだ。

なお、ディスポの注射筒は注入する試料の量やタイミングの把握に大変都合が良かった。

このカラムは前述した目的は一応達成できたが、1 試料の還元に約 6 分を要した。

なお、U 型、J 型両タイプのメイリングチューブの支えには、3 cm 程に切ったディスポの注射器 (10 ml) か PP チューブを、灼熱させた細い釘を貫通させて筆箱の蓋に熱溶接した。

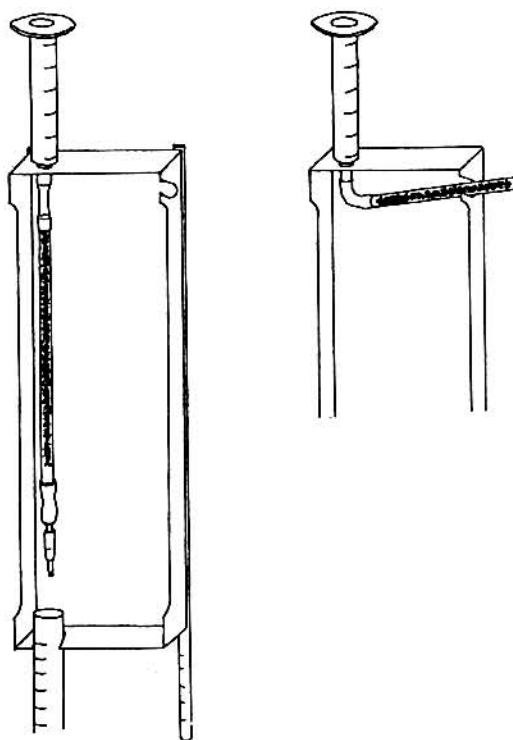


図 5 I 型カラム (a b)

3.3 試作した I 型 Cd カラムについて

速い流速を得ることのみを目的にして、市販の還元装置や前 2 タイプに備わっているカラムに試料がトラップされ Cd 部分に気泡が入らないという安全機構を割愛した。図 5 a に概観を示す。

カラムは U 型、ロートは J 型と同様である。

安全機構の無い I 型は緊急に液の流下を素早く止める必要が生じるため、緊急時にはカラムの下端をロートの高さまで持ち上げる構造にし (レの字の斜め部分・図 5 b)、筆箱の蓋側面上方にカラムより若干幅広の斜め下向きの溝を切り込んだ。ロートとカラムの繋ぎ部分は、細く短い方が試料間の置き代わりが良く洗いの量が少なくできるが、細いとカラムを持ち上げる度に繋ぎ部分に気泡が生じてしまうという欠点が認められた。

筆箱の蓋上面側方に 6 mm の穴を開け上から 2 ml のディスポの注射筒を差し込み、この下端とカラムを内径 3.5 mm のユニチューブ (約 2.5 cm 長) で繋いだ。

前の 2 つのタイプと異なって筆箱の蓋下方にメイリングチューブがはみ出す格好なので、筆箱の蓋の両側面に大腸菌用のディスベットを熱溶接し、竹馬様にして試験管立てに縛って固定した。筆箱の蓋下面側方にメイリングチューブを支えるため、幅 20 mm の溝を切った。

1 ml * 2 回の共洗いでは試料が完全には置き代わらないので 1 試料の還元に約 4 分を要した。注入液が切れてカラムに気泡が入った場合は、注射器を用いてカラムの下から水か活性化液で逆洗すれば、気泡は簡単に除けることは分かったが大幅なタイムロスが生じることが認められた。

以上、試作した 3 つのタイプの Cd カラムの特徴について紹介したが、通常しばらく使用しないうちにカラムを乾燥させてしまうことはあり勝ちである。使用の度にカラムを詰め替えるのも煩わしい作業であるが、この 3 つのタイプともカラム部分は取り外しが可能で大変コンパクトなので長時間使用しない場合は活性化液を満たした栓付の容器内に漬けて置くことで確実な保存が可能である。

また、試作した“筆箱プラント” 3 つのタイプの Cd カラムは使用状況に応じて選択されるものであるが、一瞬のタイミングのミスも許されない I 型を複数台を操作するのは困難なので、多少流速は遅くても J 型を複数台併設するのが効率的な方法であると考えられた。

なお、滴下する液の一定量 (3 ml) を計り採る

のは、大変煩わしい作業であり、筆者が以前に報告¹⁾した“水位定容器”が、硝酸測定用に還元された試料等の定容には最適であることと思われる。この定容器は吸排気両方を備えた金魚鉢用のエアレーションポンプとトラップに用いる100 ml程度のガラス瓶（フィルムの空缶でも可）があれば十分である。

また、ディスポの注射器に押しバネをつけ、針の代わりにプラスチックのスポイトの先端部をつけた分注器を各種(0.4~1.0 ml)作り、それぞれを専用の試薬の注入用に固定して用いると大変便利である。

4 ま と め

平間KKのチューブポンプを用いるマイクロフローセル(5 cm長)にロートをつけてサイフォン用に配管としたところ、発色液が3 ml程度あ

れば、非常に安定した測定値が得られるロート式フローセルに改良が可能なが確認された。

オートアナライザー用のCdカラムは、チューブポンプを用いた手作業では使用に耐えられないため、3 ml程度の還元液に見合うコンパクトな3つのタイプのCdカラムを試作し、それぞれの性能を検討した結果、ビニールチューブにCdを詰め浅いU字形にしたJ型を何基か併設するのが効率的であることが確認された。

なお、3 ml程度に少量化された比色分析に見合うような発色管、水位定容器や分注器についても試作し検討した。

参 考 文 献

- 1) 斎藤 修：北海道公害防止研究所報，14，73 (1984)

Improvement of Flow Cell and Cd Column for a Reduction in Amount of Nitrate (Downsizing of the Colorimetric Analysis)

Osamu SAITO

Abstract

Improvements in colorimeter was obtained using some simple modifications. Use of the siphon type flowcell helped with this improvement.

Three types small Cd columns which reduce nitrate to nitrite were tried. The use of some J type columns made using a bent vinyl tube were effective in reducing.

メッシュコード法を利用した採水地点の数値化

石川 靖 斉藤 修

要 約

環境資料をデータベースに整理する場合、サンプリング位置と地名等の情報を行政コードを中心として数値化するため、地形図上の位置と結びつかないコードが使用されてきたが、JISのメッシュコード法の7桁以降を工夫して採水点等を数値化することで、従来のコードと異なり地形図と関連させた情報コード体系にすることが可能となった。さらに地形図をクリアケースに収納し、地名やコード、緯度経度順の索引を作成することでその活用効率が高くなった。

1 はじめに

水質環境調査等を行う場合や調査で得られたデータを解析するに当たっては、地図（地形図）によりサンプリング地点や周辺情報を確認することは不可欠である。一方、観測結果をデータベースにした場合、その地名や位置などのアナログ情報は活かされず行政コード等の独自のコードが使用されるので両者の関連が断たれてしまっている。

このような実情から筆者らは緯度・経度の値を若干変更させたJISの“地域メッシュコード(XO 410-1976)”を利用し、その7桁以降に独自のコード法を設定し1/2.5万図と組み合わせるところ手軽なデジタル(地点位置)→アナログ(地点コード)変換のシステムが得られた。また、同時に地形図の収納方法や、索引を工夫し、利用しやすいシステムにしたので報告する。

2 地点および地図の整理体系

点(地点)を対象にした整理体系には緯度経度法と(XVII系)直角座標の2法がある。前者は日常的に、気象情報や船舶の航行で使用される方法で、地表面を極座標で表すので最も整合性がとれてはいるが、60進数を用いるので換算のために計算を必要とする。

後者は、地表を平面直角座標で表現したXY座標の原点(X=0:Y=0北海道には3点)からの縦横の距離で表現するあまり馴染みのない方法であるが、面積や距離を求めるのには大変都合が良いので、1/1万図が普及すると大いに使われるかと思われる。例えば札幌市北区役所は原点(比布町)から南へ100.8km西へ73.9kmの位置にあ

るという表現で使用する。

図面や一定の面積を整理の対象にした方法には地形図の左肩の書かれている国際図検索番号法と最近、地形図の右肩に書かれ始めたJISのメッシュコード法の2法がある。

3 国際図検索番号とメッシュコードの比較

1/2.5万図をデジタル・アナログ変換化については図番の体系と図面の整理体系が単純明解であることが求められるが、地形図の左上にふられている国際図索引番号は、次の2点で今回の目的に合致しなかった。

① 日本や北海道の都合は国際的であるが故に考慮されるべくもなく、北海道は諸滑岳付近を交点にしたN44°E144°の線が境界となって、右上からNL54, NK55左上からNL54, NK55と名付けられる1/120万図に4分されてしまう。

② 注目している1/2.5万図は1/120万図、1/20万図、1/5万図と4ステージの樹状構造をとり各ステージは、上位のステージの図を36, 16, 4と全部異なる分割割数で等分され、右上から下へ“通し番号”がふられている。その様子を図1

(6)	..						..	(36)
..	31	25	19	13	7	1	..	
	32	26	20	14	8	2		
	33	27	21	15	9	3		
	34	28	22	16	10	4		
	35	29	23	17	11	5		
..	36	30	24	18	12	6	..	
(1)	..						..	(31)

図1 国際図検索番号の配列順序

に模式的に示す。

メッシュコード法では例えば番号(623906)は、小島の1/2.5万の地形図で述べると、最初の2桁(62)は緯度帯番号で、北緯×1.5、続く2桁(39)は経度帯番号で、東経-100である。以上の4桁で1/20万図を表す。次の1桁(0)は、南北方向のN/8つまり南から北への位置(0~7)で最後の1桁(6)は、西東方向のN/8つまり西から東への位置(0~7)である。以上の6桁で1/2.5万図(第2次地域区画)を表している。

8進数である5・6桁目についてその配列例を図2に示す。

(07)	..	..	..	..	..	..	..	(00)	
..	70	71	72	73	74	75	76	77	..
..	60	61	62	63	64	65	66	67	..
	50	51	52	53	54	55	56	57	
	40	41	42	43	44	45	46	47	
	30	31	32	33	34	35	36	37	
	20	21	22	23	24	25	26	27	
..	10	11	12	13	14	15	16	17	..
..	00	01	02	03	04	05	06	07	..
(77)	..	..	..	..	..	..	..	(70)	

図2 メッシュコード法の配列例

さらに、1/2.5万図の縦横を10等分した1区画(約1km²)を第3次地域区画と呼び7・8桁を00~99のコードで表現している。

この様なことから今回の地形図の整理法とコードの体系化については、体系が単純なメッシュコード法に基づくのが適当であると考えた。

4 改良メッシュコード法

公共用水域の水質測定点は水域名や地点名を数値で表現し、各情報の検索等に利用されている。区分(川湖海の3つの区別)、水系(川湖海の名)、水域(河川の支流名)、地点名に、1, 4, 5, 3桁のコードがふられ、合計13桁で表現されている。

地下水では都市番号4桁と緯度番号4桁の合計8桁で表現されている。

以上の様なコードは位置を示してはいるものの、コードの値自体から絶対位置を求めることはできない。

メッシュコード法の第3次地域区画では粗すぎるので、1/2.5万図の左下を原点にして目的の位

置までの縦横の距離を(分解能0.2mm)で測り、その長さを1/10mmで表現する独自のコードを7桁以後に設定した。将来的に1/1万図が完備することを予想して敢えて1/10mmを採用した。また使用上の便宜を考慮して等分法は採らずに、長さの測定値そのものをコードと設定した。なお、本コード法で対象としている地形図は1/2.5万であるので緯度方向の歪みは考慮する必要性はほとんどないが、地形図はわずかながら上方が狭い台形をしているので、厳密には横は辺からの距離でなく原点からの距離を計る必要がある。

14桁で2~5mを識別が可能となるこのコードを利用することで図面からの読み取り、図面への書き込みが簡単確実となり、電算処理によるデータベース化に有用になったと考えられる。

石狩川水系夕張川馬追橋を例にすると、公共用水域コードでは1-1002-02980-030で、改良メッシュコードでは6441-46-2524-0698、緯度経度では44°03'30", 141°46'19"となる。

メッシュコードMN\$と緯度LO\$, 経度LA\$の関係式はBASIC言語でプログラミングすると基本的には次のように表現される。

```

LO$ = RIGHT$(STR$(LO1 + INT(LO2)), 2) +
"° " + RIGHT$(STR$(INT(LO3)), 2) +
"′ " + MID$(STR$(LO4), 2, 4) + "″ "
LA$ = RIGHT$(STR$(LA1), 3) +
"° " + RIGHT$(STR$(INT(LA3)), 2) +
"′ " + MID$(STR$(LA4), 2, 4) + "″ "

```

但し

```

LO1 = INT(MN1*2/3)
LO2 = (MN1 MOD 3)*2/3 + MN5/12
LO3 = (LO2 - INT(LO2))*60 + (MN7/3701)*5
LO4 = (LO3 - INT(LO3))*60
LA1 = MN3 + 100
LA2 = MN6/8
LA3 = LA2*60 + ((MN11-3*MN7/3701)/
FLAO#)*7.5
LA4 = (LA3 - INT(LA3))*60
MN1 = VAL(MID$(MN$, 1, 2))
MN3 = VAL(MID$(MN$, 3, 2))
MN5 = VAL(MID$(MN$, 5, 1))
MN6 = VAL(MID$(MN$, 6, 1))
MN7 = VAL(MID$(MN$, 7, 4))
MN11 = VAL(MID$(MN$, 11, 4))

```

および任意の緯度における1/2.5万図の幅
FLAO # = (MN 1 + (MN 5 + MN 7/3701) / 8)
* (-2666 / 6) + 6932.67 である。

5 地図の整理方法

一般的には、地図の整理にマップケースが用い

表1 配列順の索引の一部

巻数	ページ	1/2.5万図名	読み	国際図検索番号	メッシュコード	緯度	経度	1/5万図名
1	1	小島	コジマ	NK5428044	623906	41' 20	139' 45.0	小島
1	2	渡島大島	ワシマオシマ	NK5482123	623912	41' 25	139' 15.0	渡島大島
.
17	19	浜鬼志別	ハマオニシベツ	NL5410162	684201	45' 20	142' 07.5	---
17	20	峰岡	ミネオカ	NL5410163	684210	45' 25	139' 00.0	---

表2 アイウエオ順の索引の一部

1/2.5万図名	読み	巻数	ページ	国際図検索番号	メッシュコード	緯度	経度	1/5万図名
愛冠	アイカワ	8	21	NK5402053	644374	43' 15	143' 30.0	足寄太
愛山溪温泉	アイザノケイオンセン	10	44	NK5407024	654246	43' 40	142' 45.0	大雪山
.....
稚内	ワカナイ	17	9	NL5416082	684105	45' 20	141' 37.5	稚内
和寒	ワッサム	14	5	NL5412122	684203	44' 20	142' 22.5	剣淵

られるが、北海道を網羅する地形図は1/2.5万図で約1,000枚もあり目的の地形図、(時には初めに考えていた図の左上の図等)を利用時に探すことは難しく、使用後正規の位置に挟み込むことはさらに難しい。

その改良のために収納具、収納順、索引(換算表)の検討を行った。

地形図を折らないで保存するために、A2判(新聞紙大)のクリアーポケットブック(CPB:1巻30枚)を導入した。証判(579*458mm)である地形図は、ケース(594*420mm)より大きい、上下に大きくある余白それぞれを20mm切り取れば収納することができた。これに巻・ページ数を書いた1/2.5万図をメッシュコード順に収納した。CPBの各ページには巻・ページ数と図名を書いたので、収納場所が一枚毎に確実にした。

巻数、ページ、1/2.5万図名、読み、国際図検索番号、メッシュコード、緯度経度、1/5万図名を一覧に換算表を作成した。配列順の索引の一部を表1に、アイウエオ順の索引の一部を表2に示す。

このような索引を活用することで緯度経度、地図名、地図番号、格納巻頁間の手軽な検索が可能

となった。また地名順の索引は好評で利用頻度が大変高かった。

6 まとめ

改良メッシュコードにより1/2.5万図を媒体として、採水位置等のアナログ情報と地点コード等の数値情報を関連づけ、簡単に変換することが出来た。また地形図を活用しやすいような整理や分類の用具方法を検討した。1/2.5万図名、国際図検索番号、メッシュコードと緯度経度との索引(換算表)を作成した。

終わりに、当センターで非常に繁忙となっている地下水調査の密集度の高いサンプリング位置のコード化は河川・湖沼・海域についての環境測定結果を整理しているコード体系に比較してより高い解像度が求められるので、現段階でのコードでは体系整備も解像力も不十分であると考えられるので、今後の検討課題としたい。

参考文献

- 1) 国土庁計画・調整局：国土情報シリーズ2 国土数値情報、1987。
- 2) 北海道開発局土木試験所 第3研究部土質試験室：北海道メッシュマップ 道北編、1983。

Adjustment Numbering System of a Sampling Station using the Mesh-code Method as the Database

Yasushi ISHIKAWA Osamu SAITO

Abstract

We often summarize the number type to environmental information of station and geographical name. In this case, we must use a special code for the database. That code has some problem in that the geographical information can not be expressed.

We made a new mesh-code system improved JIS "Grid Square Code". At the same time, we adjusted the map (1/25000 type) with clear drawing filing books.