

浜中町の河川水質と流域の土地利用について

－湿原・林地・農地の関係－

北海道大学農学部 井上 京

北海道大学大学院農学研究科 山本忠男

1. 研究の目的と背景

本研究は、地域環境の指標のひとつとして河川水質を取り上げ、流域の土地利用や、河川に接する土地の状況、河川の形態（自然河川／改修河川）が、浜中町の河川の水質にどのような影響を及ぼしているかを明らかにすることを目的とした。

水は様々な物質を、上流域・高台の農地・林地から、下流域・低地部の湿原や湖沼へ、さらに沿岸海域へと、河川を通じて運んでいる。このとき、河川の水質が、流域の土地利用や河川形態とどのような関係にあるかということを明確にすることは、河川と、河川を取り巻く地域の環境を考える上で有益な指針となる。

浜中町をはじめとする道東地方では、河川は湿原と深く関わっている。特に広く分布する低層湿原（低位泥炭地）は、河川水に涵養される湿原であり、その影響を直接的に受ける場所である。また河川近傍の湿原は、周辺の土地と河川との間に位置して、フィルターのように機能しながら河川に水を供給している場、ととらえることもできる。その河川の影響は、湿原のみならず、下流の湖沼や沿岸海域にまでおよんでいるとみられる。そういう意味でも、河川を軸として、湿原、林地、農地といった流域内の土地形態、土地利用のあり方を検討しておく必要がある。河川水質項目は、その際の有益な指標の一つである。

道東地域では、1960年代以降、大規模な農地開発が行われてきた。その結果、現在ある酪農景観が形成されたが、一方で土地利用形態の大幅な変化、排水整備・河川改修による河道の直線化、林地や湿原の減少などは、地域の水質・水文環境にも影響を与えたといわれている¹⁾。特に近年は、農業の経営規模が拡大し、多頭化飼育の傾向にある。これらが環境への負荷となっている面も否めない。今後、地域の持続的で安定したあり方を検討する際、地域環境そのものへの配慮を欠かすことはできず、そのための基礎的データとしても、河川水質の現状を土地利用との関係で把握しておく必要がある。

これまでの酪農流域での水質環境に関する調査・研究は1980年代以降に多く見られるようになった。大村・黒川²⁾は家畜糞尿の問題を水質保全の点からとらえ、検討を加えている。田淵ら³⁾は集水域の飼養頭数密度とNO₃-Nとの関係について検討をおこなっている。さらに、長澤ら⁴⁾は河川形態などにも着目し、大規模酪農地域の河川水環境の現状把握と保全について検討している。このように調査・研究の多くが経営規模、土地利用と水質の関係に着目したものが主体となっている。

本研究では、酪農流域河川の水質状況を、流域の詳細な土地利用、河川および河畔の形態に着目し、営農状況との関連から考察、検討を加える。

2. 調査方法

2-1 調査流域の概要

調査は北海道浜中町に複数の流域を設定して実施した。表-1に調査流域の諸元を、図-1に観測地点位置を示す。また図-2には各流域における林地・湿地の分布を示す。各流域は草地率が15~80%の範囲にわたり、酪農地域としても多様な土地形態/土地利用状況を呈している。草地の多くは採草地として利用され、一部放牧利用もされている。草地面積には農家、畜舎およびその付帯施設、道路等の占める面積も含んでいる。草地以外の土地利用としては、琵琶瀬川と別当賀川の流域最上流のごく一部に小面積の市街地が存在するのみである(0.5%未満)。また姉別川狭霧橋流域の最上流部には、廃棄物処分場(埋め立て地)があるが、これも小面積なことから、草地に含めて区分した。

流域面積とその土地利用は、国土地理院発行の25,000分の1地形図をもとに、一部空中写真も利用して判別し、その面積を求めた。各種の面積は、地図画像をコンピュータ上に取り込み、画像処理をおこなった上で算出した。

湿地率については、地形図上の湿地の表記のある部分を湿地として計測した。

河川改修率は、同様に地形図と空中写真より計測し、現地調査で河川形態を確認した。

さらに飼養牛頭数は、浜中町役場より関連する資料の提供を受けてこれを使用した。

以下に各流域の概要を示す。

狭霧橋流域と第一号橋流域はともに姉別川の流域である。今回の調査では、下流の第一号橋流域は上流の狭霧橋流域を含まない、別個の流域として検討した。両流域とも草地面積に占める飼養牛頭数の少ない流域である。姉別川は、最上流部に鮭鱒孵化場があり、本流の河川形態はほぼ自然状態である。

友交橋流域は左支姉別川に位置し、草地率が7割と高いものの、河川近傍には湿地が比較的広く

残置している。しかし草地内の排水路の整備も進んだ流域である。

三郎川流域・三郎川橋地点には上水道の浄水場がある。この流域は、川の北側半分が別海町に属している。別海町側はほぼ自衛隊演習地で占められるが、地形図上の地目は原野(林地)となっていることから、林地・湿地としてカウントした。

丸佐1号川の耕耕橋流域は、対象全流域の中で最も草地率の高い流域である。また飼養牛密度も、1.30頭/haで、最も大きい。本川流路はほぼ明渠化されている。

昭耕橋流域は丸佐2号川に位置し、河川の明渠化率が8割と高く、草地率も高い流域である。

オラウンベツ川・共栄橋流域も草地率の高い流域である。本川及び草地内の明渠整備が進んでいる。ただしこの流域内での飼養牛頭数は不明である。上流域の一部は厚岸町に属する。

以上の7流域はいずれも風蓮川水系に属しており、風蓮湖から根室海峡へとそそいでいる。

琵琶瀬川・旧林道橋流域は霧多布湿原を流下する琵琶瀬川の上流部に位置し、流域の多くは林野と湿地によって占められる。草地は流域内の最上部にわずかに分布するのみである。草地率、飼養牛密度ともに最も低い流域である。河川もほぼ自然状態にある。

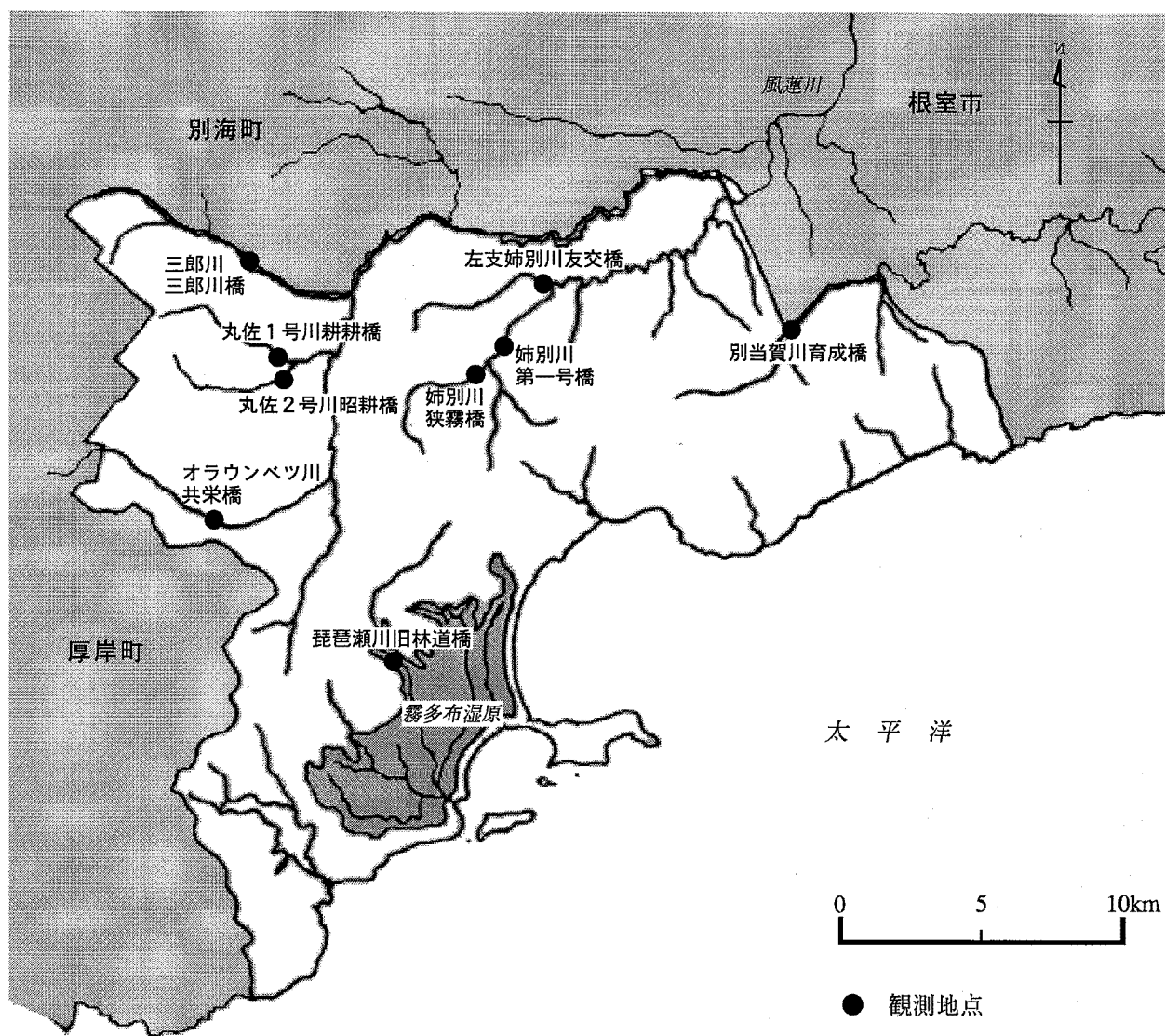
別当賀川・育成橋流域には町営の育成牧場があり、飼養牛頭数が最も多い流域である。ただしその密度は1頭/ha程度である。河川の上流部は明渠化されているが、下流部は自然状態の流れが残されている。この川も風蓮川同様、風蓮湖にそそいでいる。

以上の9流域のうち、草地率の高い流域は総じて飼養牛頭数も多く、飼養牛頭数密度もおおむね1頭/ha前後、最大1.3頭/haと高くなっている。

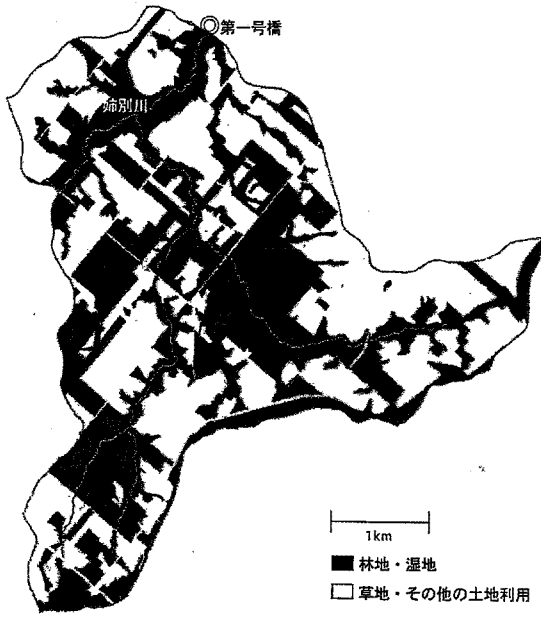
表—1 流域諸元

流域	流域面積 (km ²)	土地利用(%)		湿地率 (%)	河川改修率 (%)	飼養牛頭数* (頭)	飼養牛密度 (頭/ha)
		林地・湿地	草地ほか				
姉別川・狭霧橋	16.70	32	68	4.4	0	911	0.55
姉別川・第一号橋	15.98	45	55	3.2	0	692	0.43
左支姉別川・友交橋	8.69	30	70	6.8	0	952	1.10
三郎川・三郎川橋	22.42	55	45	0.0	1	400	0.18
丸佐1号川・耕耕橋	10.70	21	79	2.8	71	1394	1.30
丸佐2号川・昭耕橋	12.70	23	77	0.0	80	1119	0.88
オラウンベツ川・共栄橋	20.38	23	77	6.6	27	不明	-
琵琶瀬川・旧林道橋	14.76	85	15	7.5	0	219	0.15
別当賀川・育成橋	18.96	30	70	1.5	49	1997	1.05

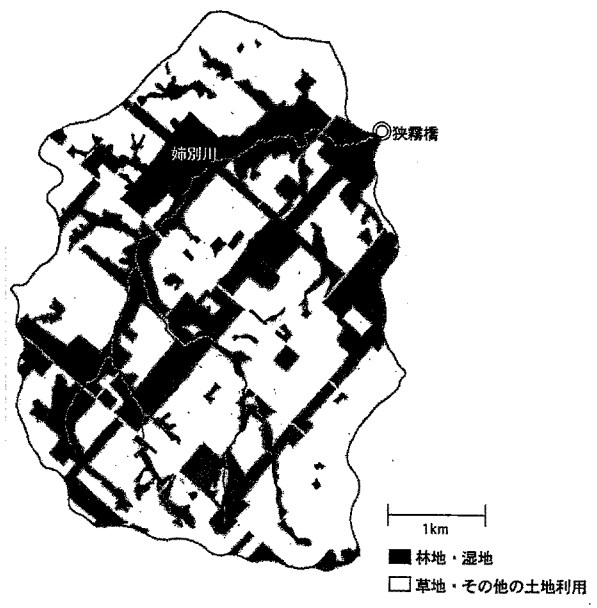
*浜中町役場調べ(1993, 1996年)



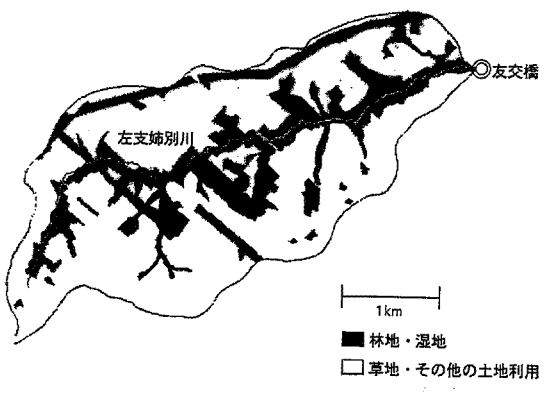
図—1 観測地点の位置



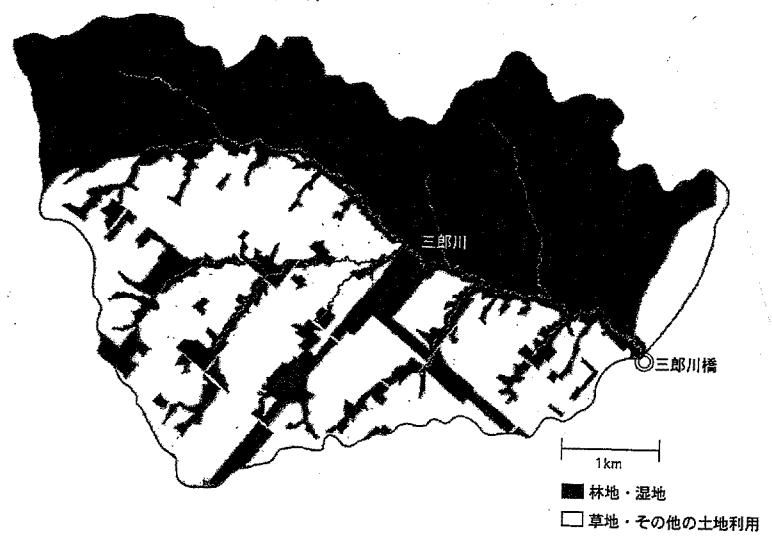
姉別川・第一号橋流域



姉別川・狭霧橋流域

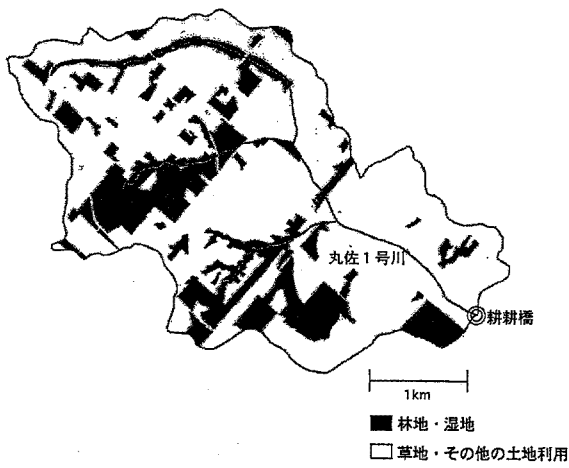


左支姉別川・友交橋流域

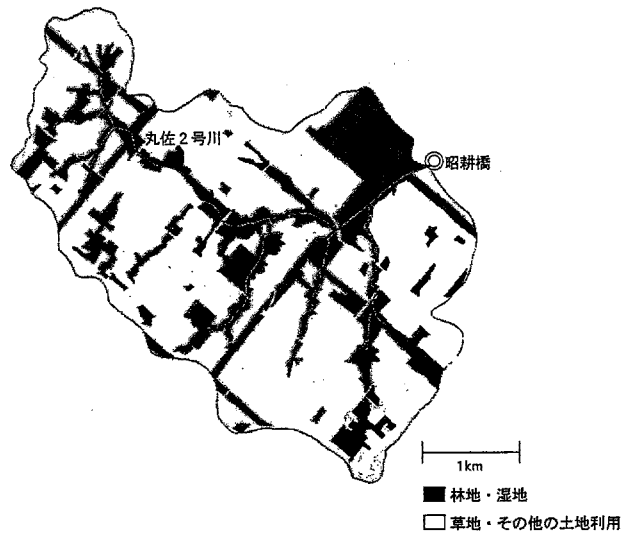


三郎川・三郎川橋流域

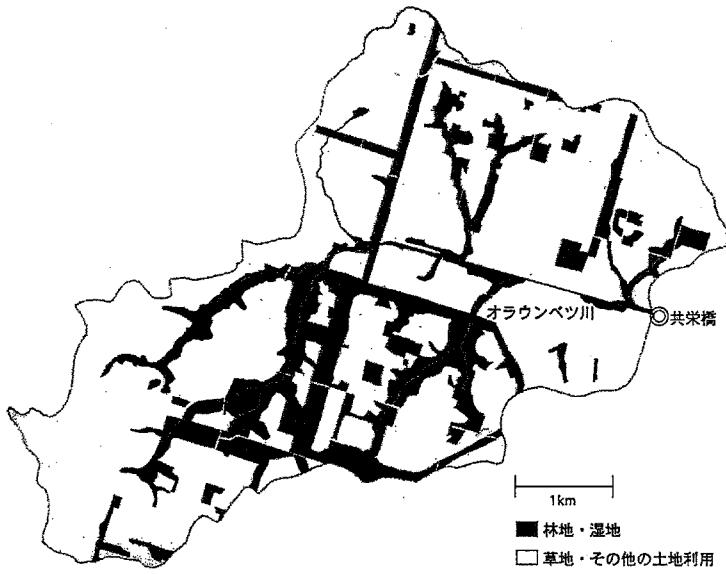
図-2 (a) 流域内の林地・湿地の分布



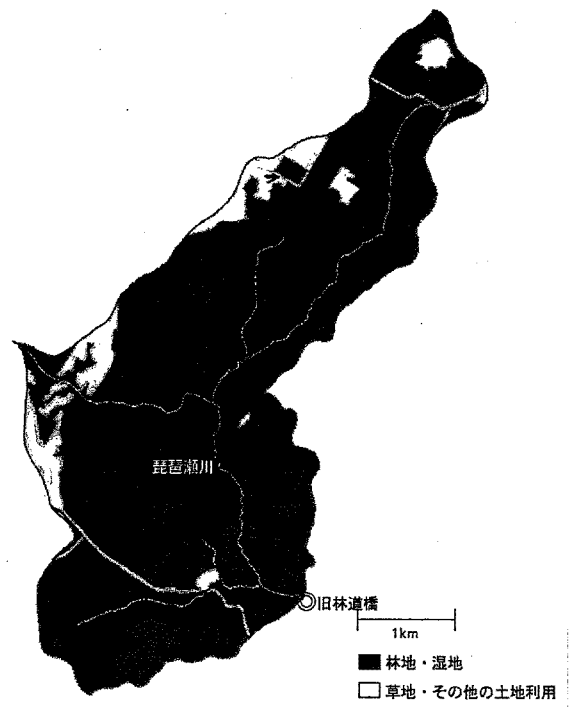
丸佐1号川・耕耕橋流域



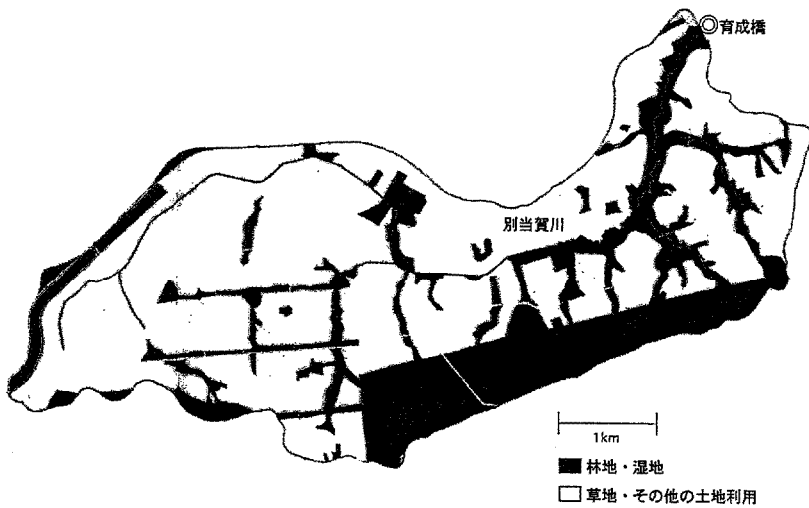
丸佐2号川・昭耕橋流域



オラウンベツ川・共栄橋流域



琵琶瀬川・旧林道橋流域



別当賀川・育成橋流域

図-2 (b) 流域内の林地・湿地の分布

2-2 水質調査方法

調査対象とした全河川観測点で採水をおこない、水質分析などを実施した。採水は平水時のみを対象とした。1996年6月～12月に8～9回の採水を行い、冷蔵輸送し、実験室に持ち帰って水質分析をおこなった。分析項目は窒素(N)に関するものとして、全窒素(T-N)、硝酸態窒素(NO₃-N)、亜硝酸態窒素(NO₂-N)、アンモニア態窒素(NH₄-N)、またリン(P)に関するものとして全リン(T-P)である。いずれの水質項目も、分析方法はJISに準拠した。

3. 酪農流域の平水時における河川水質環境

平水時の河川水質を流量加重平均値を用いて比較したのが表-2である。ただし三郎川は流量が得られなかったため、単純平均値を用いた。

各河川とも、Pに関する成分濃度は極めて低く、流域間差はほとんど認められない。P成分は懸濁態に吸着された形で流出する比率が高いとされており、その懸濁態濃度が高くなるのは主に出水時である。今回検討の対象としたのは平水時であり、どの河川も懸濁態濃度は非常に低かった。そのため、Pに関する成分が低く示されたと考えられる。

一方、Nに関する成分のうち、NH₄-Nについては、左支姉別川を除く全流域とも低い値を示している。左支姉別川の高いNH₄-N濃度は、畜舎やパドック等からの直接的な家畜糞尿の流入があることをうかがわせる。

NO₂-N、NO₃-Nに関しては、ほぼ自然河川流域である琵琶瀬川が最も低く、草地率が高く飼養頭数の多い流域ほど濃度が高い傾向にある。

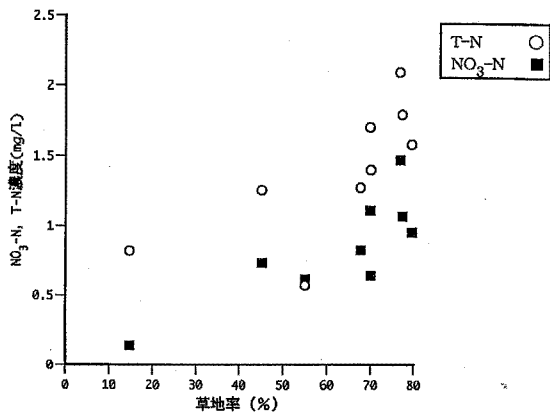
圃場に投入された化学肥料や堆肥などのNは、還元作用によりNH₄⁺、NO₂⁻の形態をとり、最終的にNO₃-Nに変化する。このNO₃-Nは作物生育の同化に利用されるが、一方で浸透とともに地下へと溶脱される⁴⁾。すなわち、汚濁源が河川近傍に位置する場合は、還元の十分でないNH₄-N、NO₂-Nなどの形態で河川水質にその影響が現れる。平水時の比較では、地下水流出としてのNの流出が普通であり、NO₃-N、T-Nの測定により流域の汚濁負荷状況を知ることができる。

流域の草地面積率とNO₃-N、T-Nの関係(図-3)には、正の相関が認められる。しかし草地率が同程度であっても各濃度には2倍程度の差があり、ばらつきが大きい。

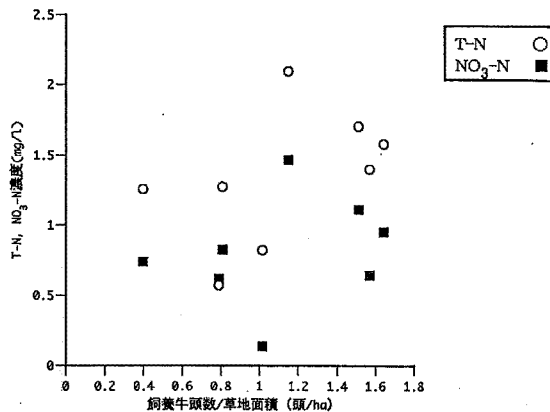
牛の飼養頭数密度とN濃度の関係をみると、ま

表—2 各流域の平水時河川水質(流量加重平均値)

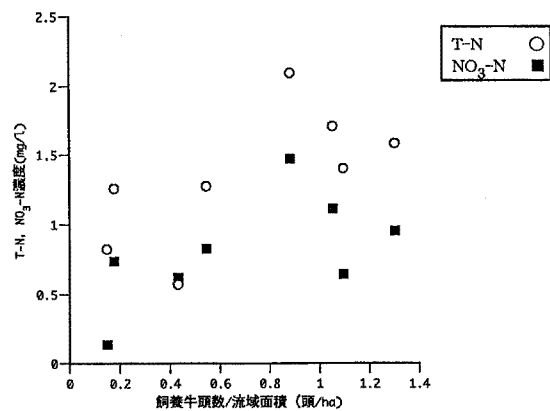
流域	アンモニア態窒素 (NH ₄ -N) (mg/l)	亜硝酸態窒素 (NO ₂ -N) (mg/l)	硝酸態窒素 (NO ₃ -N) (mg/l)	全窒素 (T-N) (mg/l)	リン酸態リン (PO ₄ -P) (mg/l)	全リン (T-P) (mg/l)
姉別川・狭霧橋	0.024	0.008	0.820	1.267	0.006	0.032
姉別川・第一号橋	0.031	0.003	0.612	0.566	0.002	0.007
左支姉別川・友交橋	0.259	0.016	0.636	1.394	0.061	0.135
三郎川・三郎川橋	0.023	0.010	0.325	0.724	0.010	0.108
丸佐1号川・耕耕橋	0.036	0.010	0.947	1.575	0.011	0.046
丸佐2号川・昭耕橋	0.093	0.024	1.464	2.090	0.010	0.030
オラウンベツ川・共栄橋	0.034	0.016	1.064	1.785	0.010	0.053
琵琶瀬川・旧林道橋	0.063	0.003	0.129	0.817	0.005	0.035
別当賀川・育成橋	0.047	0.015	1.106	1.698	0.004	0.013



図一三 草地率とNO₃-N, T-N濃度の関係



図一四 草地1ha当たりの飼養牛頭数とT-N, NO₃-Nの関係



図一五 流域1ha当たりの飼養牛頭数とT-N, NO₃-Nの関係

ず草地面積あたりでは、明らかな相関はなく、ばらつきが大きい(図-4)。草地面積あたり飼養密度が高い流域でもN濃度の低い場合がある。このことは、河川水質が草地と、そこで飼養される牛頭数だけの問題ではなく、流域内の他の地目の状態や、河川流路の形態、あるいは負荷源から河川までの流出経路、などにも影響されていることを示唆している。特に河川近傍の土地利用状況がどのようなものであるか、河川が多様な流れの状態を有する自然河川か、または単調な流れになりがちな明渠化された改修河川か、ということが影響していると考えられる。全流域面積あたりで牛の飼養頭数密度とN濃度の関係をみると、おおむね正の相関が認められ、牛頭数密度の高い流域ほど濃度も高い。しかしその関係にもややばらつきがある(図-5)。

河川密度(流域面積あたり河川長)とN濃度について見ると、ばらつきは大きいものの、T-N, NO₃-Nともに負の相関が認められる(図-6)。すなわち、自然状態の流路長の長い河川ほど水質濃度が低い傾向がある。流域面積あたりの河川長が長いということは、本来の地形に起因する面もあるが、河川改修等による流路の短縮の影響が少ないと考えられる。各河川の改修率とNO₃-N濃度の関係では、改修率が高いほどNO₃-N濃度が高くなる傾向にある(図-7)。

湿地面積の流域に占める割合とN濃度についてみると、負の相関が認められる(図-8)。流域内に多く湿地が分布する河川ほど、N濃度が低い傾向がある。さらに河川近傍の土地利用状況と水質の関係を、河川が林地・湿地を貫流する割合からみた(図-9)。これは地形図上で、河川両岸が林地・湿地である割合を、全流路長との比で求めたものである。この場合も、N濃度には負の相関が認められ、河川近傍の土地利用が河川水質に影響することを示唆している。ただしこの図では濃度のばらつきも大きい。草地内の明渠が林地・湿地

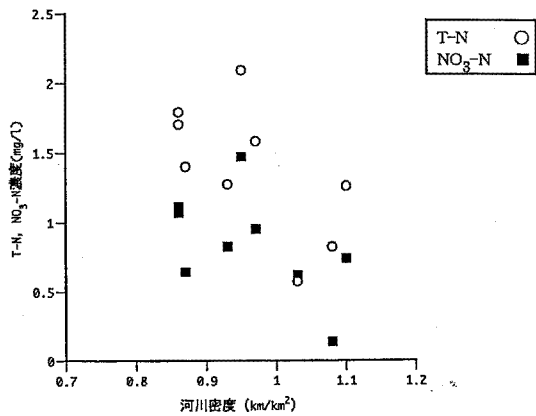


図-6 河川密度とT-N, NO₃-Nの関係

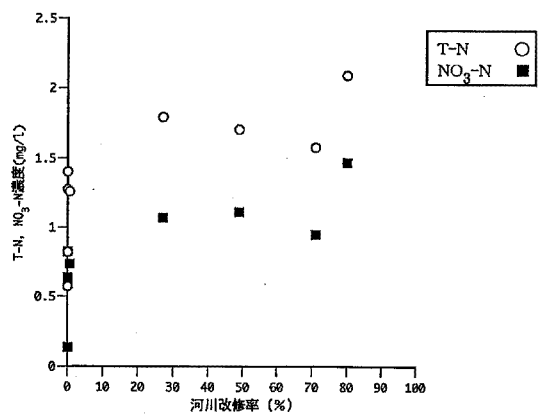


図-7 河川改修率とT-N, NO₃-Nの関係

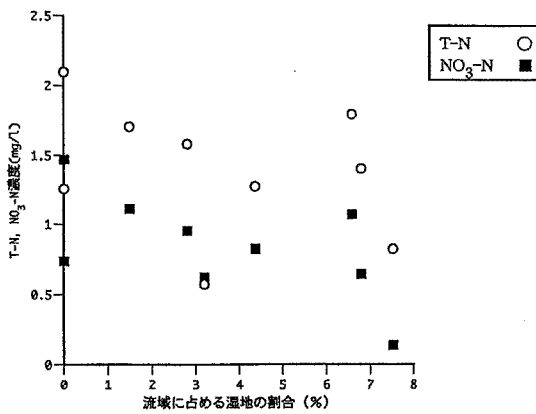


図-8 湿地率とT-N, NO₃-Nの関係

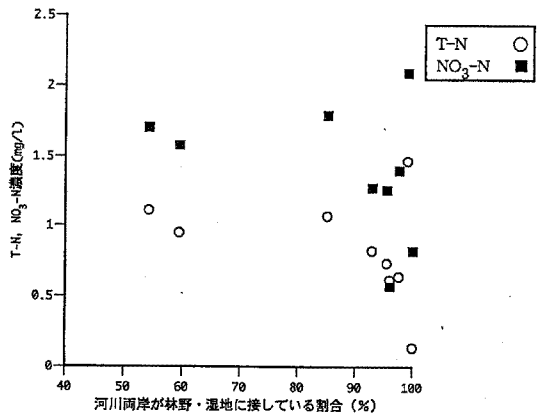


図-9 河岸の土地利用とT-N, NO₃-Nの関係

を貫いて直接河川に接続されている場合など、必ずしも林地・湿地の存在が水質浄化に機能していない場合もあるとみられる。

4. 考察

T-N, NO₃-N 濃度に関する結果をまとめると、浜中町の河川水質の特徴はおおむね次のようである。

- 1)流域の草地率が高いほど、濃度は高い。
- 2)流域面積あたり飼養牛頭数が高いほど、濃度は高い。

3)河川密度が低いほど、すなわち河川改修率が高いほど、濃度は高い。

4)河川が林地・湿地に接している割合が低いほど、濃度は高い。

また NH₄-N 濃度については、高い濃度の検出された流域は、畜舎やパドック、堆肥置き場からの直接的な家畜糞尿の流入のあることを示唆している。

以上の結果は、草地面積や飼養牛頭数、河川改修率、緩衝帯としての林地や湿地の有無が、いずれも T-N および NO₃-N 濃度と関連のあることを

裏付けている。また点源としての畜舎やパドック、堆肥置き場等が、河川水質に与える影響も無視し得ないことを、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度の高さが示している。

ここでこれまで検討してきた諸要素との関連で、河川水質対策を考えてみたい。それらは大きく、次の諸対策に分類することができよう。

1) 発生負荷の総量対策

図-5の流域面積あたり飼養牛頭数の関係に一例として示されるように、流域内で発生する負荷そのものの大小は、他の様々な要素の影響を受けつつも、河川に流出する汚濁物質量を基本的に左右する。したがって、適正規模の、あるいは環境容量の許容する範囲内での営農活動というものが求められることとなる。ただし、ここでは適正規模や地域の環境容量をいくらに見積もるか、という問題が別途生じてくる。

2) 点源負荷対策

基本的に、酪農流域ではN負荷のかかなりの部分が、畜舎周辺で発生しているとみられる。すなわち家畜の発生する排せつ物、敷糞、などの形態である。これらは適切に処理されると、地域の物質循環に組み込まれ、有効な資源となりうるものである。しかし不適切な処置は、点源由来の汚濁のもととなる。今回の調査でも、一部の河川で高い $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度が観測されたが、これは点源負荷からの直接的な流入を示唆している。点源は、汚濁源が限定され、かつその所在をかなり明白にしうることから、重点的な対策を採ることにより、かなり軽減することができ、またその効果も大きいものと思われる。すなわち、堆肥盤やパドックの整備等、畜舎まわりの対策である。

3) 面源負荷対策

草地に投入される各種の肥料は、適当なものを、適当な時期に、適当量投入しなければならない。これまで、たとえば堆肥盤や尿溜の制約などを背景に、未熟な堆肥が散布されたり、あるいは地盤凍結時にスラリー散布がなされたりということが

あったようである。特に融雪期には深刻な問題を引き起こす可能性がある。面源負荷対策としては、肥料散布のあり方の問題が一番にあげられるが、この問題はまた畜舎等の施設の問題をも含んでおり、点源負荷対策と共通の課題でもある。

4) 自然浄化機能の発揮

流域の湿地率とN濃度の関係(図-8)、あるいは河川兩岸を林地・湿地が占める割合とN濃度の関係(図-9)などから、これら林地や湿地は水質浄化機能を有しているものとみられる。すなわち草地と河川の間であって、緩衝帯的な機能を期待することができる。

また蛇行の多い自然河川は、河道が短縮され、流れも単調な人工流路よりも水質濃度が低かったことから(図-6, 図-7)、河川自体にも自然浄化機能がある程度備わっているものと考えられる。

林地や湿地、自然河川の有するこれら機能に過大な期待をすることはできないが、その機能が十分に発揮されるよう配慮する必要がある。

5) 流出経路の対策

たとえ十分な広さの湿地が緩衝帯として確保され、河川形態が自然状態のままであっても、明渠排水路などが河川に直接接続されていると、高負荷の排水がダイレクトに河川へ流入する可能性がある。したがって草地からの排水路が湿地内を貫流する際は、その部分を自然状態の流路とし、滞留時間を長くするなどの工夫をすることが考えられる。

以上のような対策をみていくと、点源負荷対策としての畜舎まわりの整備を別として、河川形態や排水路のあり方、また湿地や林地の確保というものは、流域の自然環境の保全にほかならない。すなわち、農業の生産効率のみを単純に求めるのではなく、流域の多様性を保持することにより、生産環境もまた地域に融和した形を取ることがで

きるものと思われる。

5. おわりに

浜中町の河川水質を、地域環境の指標という面から取り上げ、流域の土地利用や、河川に接する土地の状況、河川の形態（自然河川／改修河川）が、河川水質に及ぼしている影響について検討した。その結果、流域の草地率や流域面積あたり飼養牛頭数、河川改修率などが河川水質に関係していることが見いだされた。

今回の調査は平水時の河川水質濃度を検討の対象としたが、今後、流出負荷量の面での検討と、汚濁流出負荷のかなりの割合を占めるといわれる降雨出水時あるいは融雪出水時の検討、さらに河川と海洋の関係についても検討を進める必要がある。

本研究は、平成8年度浜中町の霧多布湿原学術研究助成交付金の補助を受けて実施した。調査にあたって種々お世話いただいた霧多布湿原センタ

一の富沢日出夫氏はじめ浜中町の関係者各位に厚くお礼申し上げます。また現地調査、試料分析などに御協力いただいた北海道大学農学部土地改良学講座の関係各位に深尽の謝意を表します。

引用文献

- 1) 長澤徹明・井上 京・梅田安治・宗岡寿美；北海道東部の大規模酪農地域における河川の水質環境，水文・水資源学会誌，第8巻第3号，pp.267-274，1995
- 2) 大村邦男・黒川春一；酪農地帯を流れる河川水質の汚濁評価，北海道立農試集報，62，pp.23-33，1991
- 3) 田淵俊雄・吉野邦彦・志村もと子・黒田清一郎・石川雅也・山路永司；農林地からの流出水の硝酸態窒素濃度と土地利用との関係，農土論集，No.178，pp.129-135，1995
- 4) 田淵俊雄編；農業土木技術者のための水質入門，農業土木学会選書，p.69，1986

平成8年度霧多布湿原学術研究助成報告書

浜中町の河川水質と流域の土地利用について

－湿原・林地・農地の関係－

北海道大学農学部 井上 京

北海道大学大学院農学研究科 山本忠男

060 札幌市北区北9条西9丁目

TEL: 011-706-2554

FAX: 011-756-5418

E-MAIL: tino@agenv.hokudai.ac.jp

1. 研究の目的と背景

本研究は、地域環境の指標のひとつとして河川水質を取り上げ、流域の土地利用や、河川に接する土地の状況、河川の形態（自然河川／改修河川）が、浜中町の河川の水質にどのような影響を及ぼしているかを明らかにすることを目的とした。

水は様々な物質を、上流域・高台の農地・林地から、下流域・低地部の湿原や湖沼へ、さらに沿岸海域へと、河川を通じて運んでいる。このとき、河川の水質が、流域の土地利用や河川形態とどのような関係にあるかということを確認することは、河川と、河川を取り巻く地域の環境を考える上で有益な指針となる。

浜中町をはじめとする道東地方では、河川は湿原と深く関わって来ている。特に広く分布する低層湿原（低位泥炭地）は、河川水に涵養される湿原であり、その影響を直接的に受ける場所である。また河川近傍の湿原は、周辺の土地と河川との間に位置して、フィルターのように機能しながら河川に水を供給している場、ととらえることもできる。その河川の影響は、湿原のみならず、下流の湖沼や沿岸海域にまでおよんでいるとみられる。そういう意味でも、河川を軸として、湿原、林地、農地といった流域内の土地形態、土地利用のあり方を検討しておく必要がある。河川水質項目は、その際の有益な指標の一つである。

道東地域では、1960年代以降、大規模な農地開発が行われてきた。その結果、現在ある酪農景観が形成されたが、一方で土地利用形態の大幅な変化、排水整備・河川改修による河道の直線化、林地や湿原の減少などは、地域の水質・水環境にも影響を与えたといわれている¹⁾。特に近年は、農業の経営規模が拡大し、多頭化飼育の傾向にある。これらが環境への負荷となっている面も否めない。今後、地域の持続的で安定したあり方を検討する際、地域環境そのものへの配慮を欠かさず

とはできず、そのための基礎的データとしても、河川水質の現状を土地利用との関係で把握しておく必要がある。

これまでの酪農流域での水質環境に関する調査・研究は1980年代以降に多く見られるようになった。大村・黒川²⁾は家畜糞尿の問題を水質保全の点からとらえ、検討を加えている。田淵ら³⁾は集水域の飼養頭数密度とNO₃-Nとの関係について検討をおこなっている。さらに、長澤ら⁴⁾は河川形態などにも着目し、大規模酪農地域の河川水環境の現状把握と保全について検討している。このように調査・研究の多くが経営規模、土地利用と水質の関係に着目したものが主体となっている。

本研究では、酪農流域河川の水質状況を、流域の詳細な土地利用、河川および河畔の形態に着目し、営農状況との関連から考察、検討を加える。

2. 調査方法

2-1 調査流域の概要

調査は北海道浜中町に複数の流域を設定して実施した。表-1に調査流域の諸元を、図-1に観測地点位置を示す。また図-2には各流域における林地・湿地の分布を示す。各流域は草地率が15～80%の範囲にわたり、酪農地域としても多様な土地形態／土地利用状況を呈している。草地の多くは採草地として利用され、一部放牧利用もされている。草地面積には農家、畜舎およびその付帯施設、道路等の占める面積も含んでいる。草地以外の土地利用としては、琵琶瀬川と別当賀川の流域最上流のごく一部に小面積の市街地が存在するのみである(0.5%未満)。また姉別川狭霧橋流域の最上流部には、廃棄物処分場(埋め立て地)があるが、これも小面積なことから、草地に含めて区分した。

流域面積とその土地利用は、国土地理院発行の25,000分の1地形図をもとに、一部空中写真も利用して判別し、その面積を求めた。各種の面積は、

地図画像をコンピュータ上に取り込み、画像処理をおこなった上で算出した。

湿地率については、地形図上の湿地の表記のある部分を湿地として計測した。

河川改修率は、同様に地形図と空中写真より計測し、現地調査で河川形態を確認した。

さらに飼養牛頭数は、浜中町役場より関連する資料の提供を受けてこれを使用した。

以下に各流域の概要を示す。

狭霧橋流域と第一号橋流域はともに姉別川の流域である。今回の調査では、下流の第一号橋流域は上流の狭霧橋流域を含まない、別個の流域として検討した。両流域とも草地面積に占める飼養牛頭数の少ない流域である。姉別川は、最上流部に鮭鱒孵化場があり、本流の河川形態はほぼ自然状態である。

友交橋流域は左支姉別川に位置し、草地率が7割と高いものの、河川近傍には湿地が比較的広く残置している。しかし草地内の排水路の整備も進んだ流域である。

三郎川流域・三郎川橋地点には上水道の浄水場がある。この流域は、川の北側半分が別海町に属している。別海町側はほぼ自衛隊演習地で占められるが、地形図上の地目は原野（林地）となっていることから、林地・湿地としてカウントした。

丸佐1号川の耕耕橋流域は、対象全流域の中で最も草地率の高い流域である。また飼養牛密度も、1.30頭/haで、最も大きい。本川流路はほぼ明渠化されている。

昭耕橋流域は丸佐2号川に位置し、河川の明渠化率が8割と高く、草地率も高い流域である。

オラウンベツ川・共栄橋流域も草地率の高い流域である。本川及び草地内の明渠整備が進んでいる。ただしこの流域内での飼養牛頭数は不明である。上流域の一部は厚岸町に属する。

以上の7流域はいずれも風蓮川水系に属しており、風蓮湖から根室海峡へとそそいでいる。

琵琶瀬川・旧林道橋流域は霧多布湿原を流下する琵琶瀬川の上流部に位置し、流域の多くは林野と湿地によって占められる。草地は流域内の最上部にわずかに分布するのみである。草地率、飼養牛密度ともに最も低い流域である。河川もほぼ自然状態にある。

別当賀川・育成橋流域には町営の育成牧場があり、飼養牛頭数が最も多い流域である。ただしその密度は1頭/ha程度である。河川の上流部は明渠化されているが、下流部は自然状態の流れが残されている。この川も風蓮川同様、風蓮湖にそそいでいる。

以上の9流域のうち、草地率の高い流域は総じて飼養牛頭数も多く、飼養牛頭数密度もおおむね1頭/ha前後、最大1.3頭/haと高くなっている。

2-2 水質調査方法

調査対象とした全河川観測点で採水をおこない、水質分析などを実施した。採水は平水時のみを対象とした。1996年6月～12月に8～9回の採水を行い、冷蔵輸送し、実験室に持ち帰って水質分析をおこなった。分析項目は窒素(N)に関するものとして、全窒素(T-N)、硝酸態窒素(NO₃-N)、亜硝酸態窒素(NO₂-N)、アンモニア態窒素(NH₄-N)、またリン(P)に関するものとして全リン(T-P)である。いずれの水質項目も、分析方法はJISに準拠した。

3. 酪農流域の平水時における河川水質環境

平水時の河川水質を流量加重平均値を用いて比較したのが表-2である。ただし三郎川は流量が得られなかったため、単純平均値を用いた。

各河川とも、Pに関する成分濃度は極めて低く、流域間差はほとんど認められない。P成分は懸濁態に吸着された形で流出する比率が高いとされており、その懸濁態濃度が高くなるのは主に出水時である。今回検討の対象としたのは平水時であり、

どの河川も懸濁態濃度は非常に低かった。そのため、Pに関する成分が低く示されたと考えられる。

一方、Nに関する成分のうち、 $\text{NH}_4\text{-N}$ については、左支姉別川を除く全流域とも低い値を示している。左支姉別川の高い $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度は、畜舎やパドック等からの直接的な家畜糞尿の流入があることをうかがわせる。

$\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ に関しては、ほぼ自然河川流域である琵琶瀬川が最も低く、草地率が高く飼養頭数の多い流域ほど濃度が高い傾向にある。

圃場に投入された化学肥料や堆肥などのNは、還元作用により NH_4^+ 、 NO_2^- の形態をとり、最終的に $\text{NO}_3\text{-N}$ に変化する。この $\text{NO}_3\text{-N}$ は作物生育の同化に利用されるが、一方で浸透とともに地下へと溶脱される⁴⁾。すなわち、汚濁源が河川近傍に位置する場合は、還元の十分でない $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ などの形態で河川水質にその影響が現れる。平水時の比較では、地下水流出としてのNの流出が普通であり、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、T-Nの測定により流域の汚濁負荷状況を知ることができる。

流域の草地面積率と $\text{NO}_3\text{-N}$ 、T-Nの関係(図-3)には、正の相関が認められる。しかし草地率が同程度であっても各濃度には2倍程度の差があり、ばらつきが大きい。

牛の飼養頭数密度とN濃度の関係をみると、まず草地面積あたりでは、明らかな相関はなく、ばらつきが大きい(図-4)。草地面積あたり飼養密度が高い流域でもN濃度の低い場合がある。このことは、河川水質が草地と、そこで飼養される牛頭数だけの問題ではなく、流域内の他の地目の状態や、河川流路の形態、あるいは負荷源から河川までの流出経路、などにも影響されていることを示唆している。特に河川近傍の土地利用状況がどのようなものであるか、河川が多様な流れの状態を有する自然河川か、または単調な流れになりがちな明渠化された改修河川か、というようなことが影響していると考えられる。全流域面積あたり

で牛の飼養頭数密度とN濃度の関係をみると、おおむね正の相関が認められ、牛頭数密度の高い流域ほど濃度も高い。しかしその関係にもややばらつきがある(図-5)。

河川密度(流域面積あたり河川長)とN濃度について見ると、ばらつきは大きいものの、T-N、 $\text{NO}_3\text{-N}$ ともに負の相関が認められる(図-6)。すなわち、自然状態の流路長の長い河川ほど水質濃度が低い傾向がある。流域面積あたりの河川長が長いということは、本来の地形に起因する面もあるが、河川改修等による流路の短縮の影響が少ないと考えられる。各河川の改修率と $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の関係では、改修率が高いほど $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度が高くなる傾向にある(図-7)。

湿地面積の流域にしめる割合とN濃度についてみると、負の相関が認められる(図-8)。流域内に多く湿地が分布する河川ほど、N濃度が低い傾向がある。さらに河川近傍の土地利用状況と水質の関係を、河川が林地・湿地を貫流する割合からみた(図-9)。これは地形図上で、河川兩岸が林地・湿地である割合を、全流路長との比で求めたものである。この場合も、N濃度には負の相関が認められ、河川近傍の土地利用が河川水質に影響することを示唆している。ただしこの図では濃度のばらつきも大きい。草地内の明渠が林地・湿地を貫いて直接河川に接続されている場合など、必ずしも林地・湿地の存在が水質浄化に機能していない場合もあるとみられる。

4. 考察

T-N、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度に関する結果をまとめると、浜中町の河川水質の特徴はおおむね次のようである。

- 1)流域の草地率が高いほど、濃度は高い。
- 2)流域面積あたり飼養牛頭数が高いほど、濃度は高い。
- 3)河川密度が低いほど、すなわち河川改修率が

高いほど、濃度は高い。

4)河川が林地・湿地に接している割合が低いほど、濃度は高い。

また $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度については、高い濃度の検出された流域は、畜舎やパドック、堆肥置き場等からの直接的な家畜糞尿の流入のあることを示唆している。

以上の結果は、草地面積や飼養牛頭数、河川改修率、緩衝帯としての林地や湿地の有無が、いずれも T-N および $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度と関連のあることを裏付けている。また点源としての畜舎やパドック、堆肥置き場等が、河川水質に与える影響も無視し得ないことを、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度の高さが示している。

ここでこれまで検討してきた諸要素との関連で、河川水質対策を考えてみたい。それらは大きく、次の諸対策に分類することができよう。

1)発生負荷の総量対策

図-5の流域面積あたり飼養牛頭数の関係に一例として示されるように、流域内で発生する負荷そのものの大小は、他の様々な要素の影響を受けつつも、河川に流出する汚濁物質を基本的に左右する。したがって、適正規模の、あるいは環境容量の許容する範囲内での営農活動というのが求められることとなる。ただし、ここでは適正規模や地域の環境容量をいくらかに見積もるか、という問題が別途生じてくる。

2)点源負荷対策

基本的に、酪農流域ではN負荷のかなりの部分が、畜舎周辺で発生しているとみられる。すなわち家畜の発生する排せつ物、敷糞、などの形態である。これらは適切に処理されると、地域の物質循環に組み込まれ、有効な資源となりうるものである。しかし不適切な処置は、点源由来の汚濁のもととなる。今回の調査でも、一部の河川で高い $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度が観測されたが、これは点源負荷からの直接的な流入を示唆している。点源は、汚濁源

が限定され、かつその所在をかなり明白にしうることから、重点的な対策を採ることにより、かなり軽減することができ、またその効果も大きいものと思われる。すなわち、堆肥盤やパドックの整備等、畜舎まわりの対策である。

3)面源負荷対策

草地に投入される各種の肥料は、適当なものを、適当な時期に、適当量投入しなければならない。これまで、たとえば堆肥盤や尿溜の制約などを背景に、未熟な堆肥が散布されたり、あるいは地盤凍結時にスラリー散布がなされたりということがあったようである。特に融雪期には深刻な問題を引き起こす可能性がある。面源負荷対策としては、肥料散布のあり方の問題が一番にあげられるが、この問題はまた畜舎等の施設の問題をも含んでおり、点源負荷対策と共通の課題でもある。

4)自然浄化機能の発揮

流域の湿地率とN濃度の関係(図-8)、あるいは河川兩岸を林地・湿地が占める割合とN濃度の関係(図-9)などから、これら林地や湿地は水質浄化機能を有しているものとみられる。すなわち草地と河川の間であって、緩衝帯的な機能を期待することができる。

また蛇行の多い自然河川は、河道が短縮され、流れも単調な人工流路よりも水質濃度が低かったことから(図-6、図-7)、河川自体にも自然浄化機能がある程度備わっているものと考えられることもできる。

林地や湿地、自然河川の有するこれら機能に過大な期待をすることはできないが、その機能が十分に発揮されるよう配慮する必要がある。

5)流出経路の対策

たとえ十分な広さの湿地が緩衝帯として確保され、河川形態が自然状態のままであっても、明渠排水路などが河川に直接接続されていると、高負荷の排水がダイレクトに河川へ流入する可能性がある。したがって草地からの排水路が湿地内を貫

流する際は、その部分を自然状態の流路とし、滞留時間を長くするなどの工夫をすることが考えられる。

以上のような対策をみていくと、点源負荷対策としての畜舎まわりの整備を別として、河川形態や排水路のあり方、また湿地や林地の確保というものは、流域の自然環境の保全にほかならない。すなわち、農業の生産効率のみを単純に求めるのではなく、流域の多様性を保持することにより、生産環境もまた地域に融和した形を取ることができると思われる。

5. おわりに

浜中町の河川水質を、地域環境の指標という面から取り上げ、流域の土地利用や、河川に接する土地の状況、河川の形態（自然河川／改修河川）が、河川水質に及ぼしている影響について検討した。その結果、流域の草地率や流域面積あたり飼養牛頭数、河川改修率などが河川水質に関係していることが見いだされた。

今回の調査は平水時の河川水質濃度を検討の対象としたが、今後、流出負荷量の面での検討と、汚濁流出負荷のかなりの割合を占めるといわれる降雨出水時あるいは融雪出水時の検討、さらに河

川と海洋の関係についても検討を進める必要がある。

本研究は、平成8年度浜中町の霧多布湿原学術研究助成交付金の補助を受けて実施した。調査にあたって種々お世話いただいた霧多布湿原センターの富沢日出夫氏はじめ浜中町の関係者各位に厚くお礼申し上げます。また現地調査、試料分析などに御協力いただいた北海道大学農学部土地改良学講座の関係各位に深尽の謝意を表します。

引用文献

- 1) 長澤徹明・井上 京・梅田安治・宗岡寿美；北海道東部の大規模酪農地域における河川の水質環境，水文・水資源学会誌，第8巻第3号，pp.267-274，1995
- 2) 大村邦男・黒川春一；酪農地帯を流れる河川水質の汚濁評価，北海道立農試集報，62，pp.23-33，1991
- 3) 田淵俊雄・吉野邦彦・志村もと子・黒田清一郎・石川雅也・山路永司；農林地からの流出水の硝酸態窒素濃度と土地利用との関係，農土論集，No.178，pp.129-135，1995
- 4) 田淵俊雄編；農業土木技術者のための水質入門，農業土木学会選書，p.69，1986

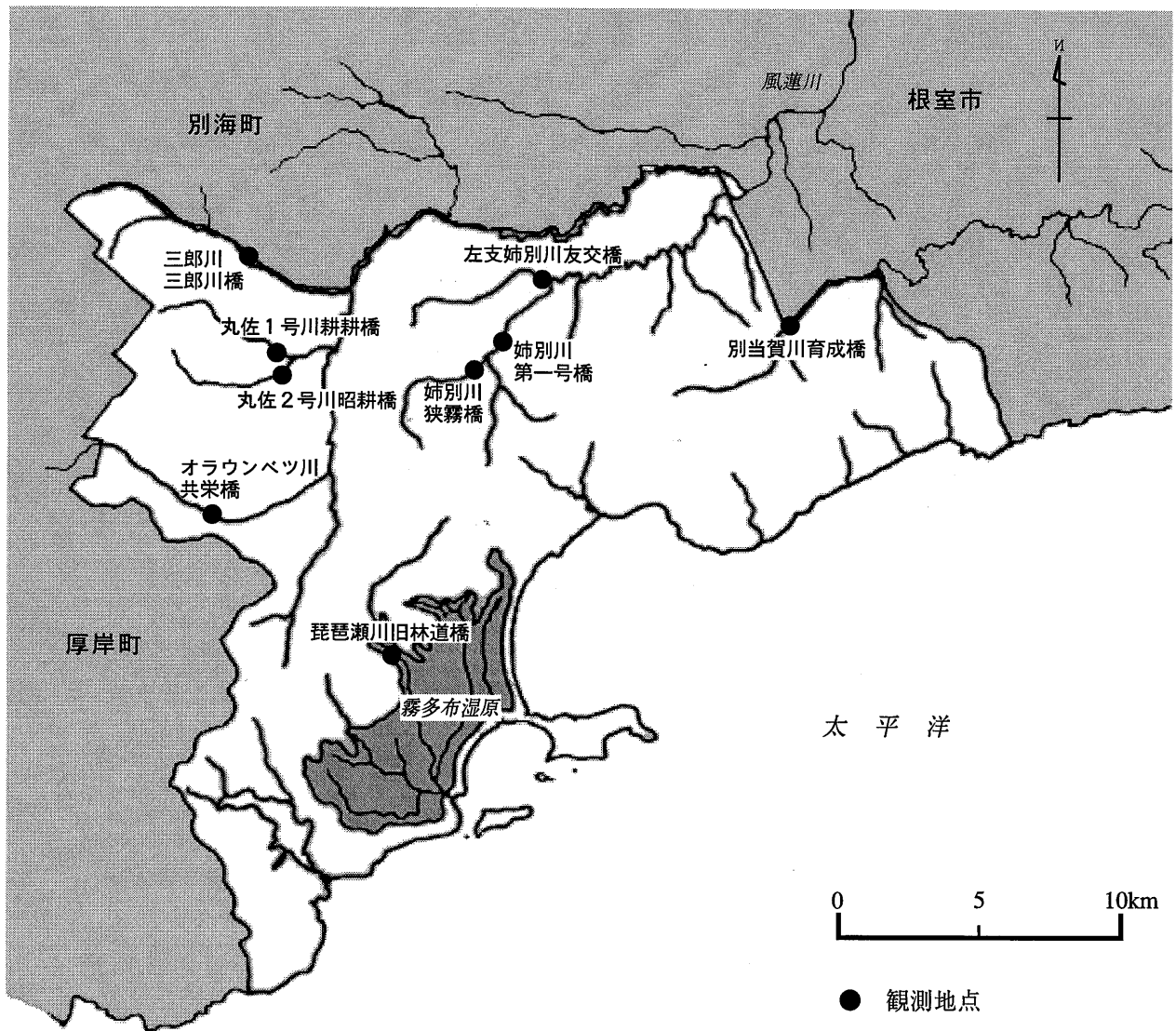
表—1 流域諸元

流域	流域面積 (km ²)	土地利用(%)		湿地率 (%)	河川改修率 (%)	飼養牛頭数* (頭)	飼養牛密度 (頭/ha)
		林地・湿地	草地ほか				
姉別川・狭霧橋	16.70	32	68	4.4	0	911	0.55
姉別川・第一号橋	15.98	45	55	3.2	0	692	0.43
左支姉別川・友交橋	8.69	30	70	6.8	0	952	1.10
三郎川・三郎川橋	22.42	55	45	0.0	1	400	0.18
丸佐1号川・耕耕橋	10.70	21	79	2.8	71	1394	1.30
丸佐2号川・昭耕橋	12.70	23	77	0.0	80	1119	0.88
オラウンベツ川・共栄橋	20.38	23	77	6.6	27	不明	-
琵琶瀬川・旧林道橋	14.76	85	15	7.5	0	219	0.15
別当賀川・育成橋	18.96	30	70	1.5	49	1997	1.05

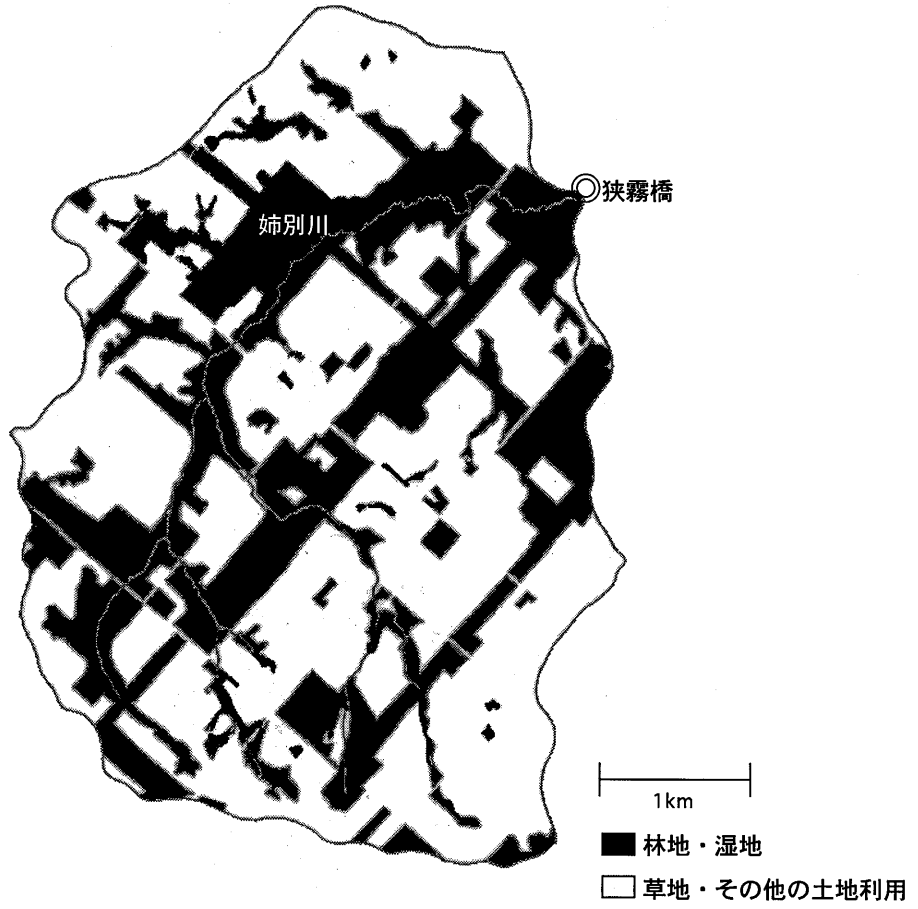
*浜中町役場調べ(1993, 1996年)

表—2 各流域の平水時河川水質（流量加重平均値）

流域	アンモニア態窒素 (NH ₄ -N) (mg/l)	亜硝酸態窒素 (NO ₂ -N) (mg/l)	硝酸態窒素 (NO ₃ -N) (mg/l)	全窒素 (T-N) (mg/l)	リン酸態リン (PO ₄ -P) (mg/l)	全リン (T-P) (mg/l)
姉別川・狭霧橋	0.024	0.008	0.820	1.267	0.006	0.032
姉別川・第一号橋	0.031	0.003	0.612	0.566	0.002	0.007
左支姉別川・友交橋	0.259	0.016	0.636	1.394	0.061	0.135
三郎川・三郎川橋	0.023	0.010	0.325	0.724	0.010	0.108
丸佐1号川・耕耕橋	0.036	0.010	0.947	1.575	0.011	0.046
丸佐2号川・昭耕橋	0.093	0.024	1.464	2.090	0.010	0.030
オラウンベツ川・共栄橋	0.034	0.016	1.064	1.785	0.010	0.053
琵琶瀬川・旧林道橋	0.063	0.003	0.129	0.817	0.005	0.035
別当賀川・育成橋	0.047	0.015	1.106	1.698	0.004	0.013



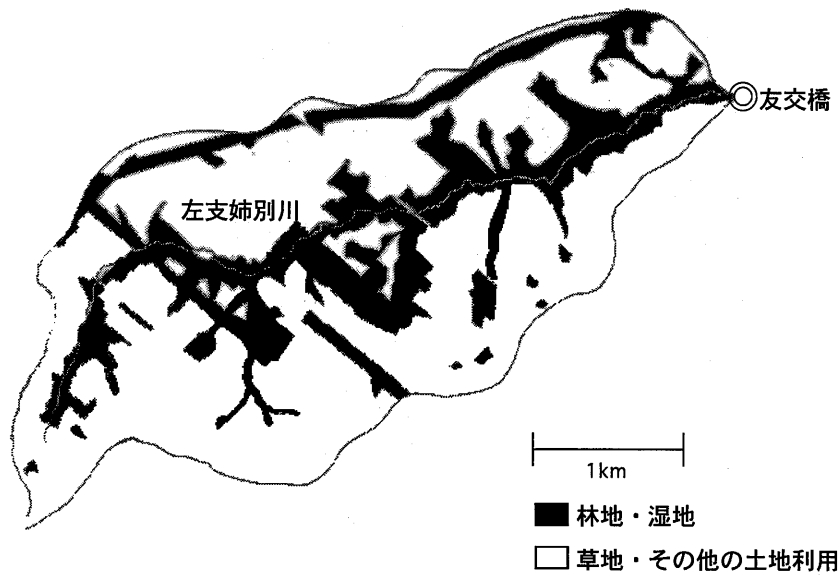
図一1 観測地点の位置



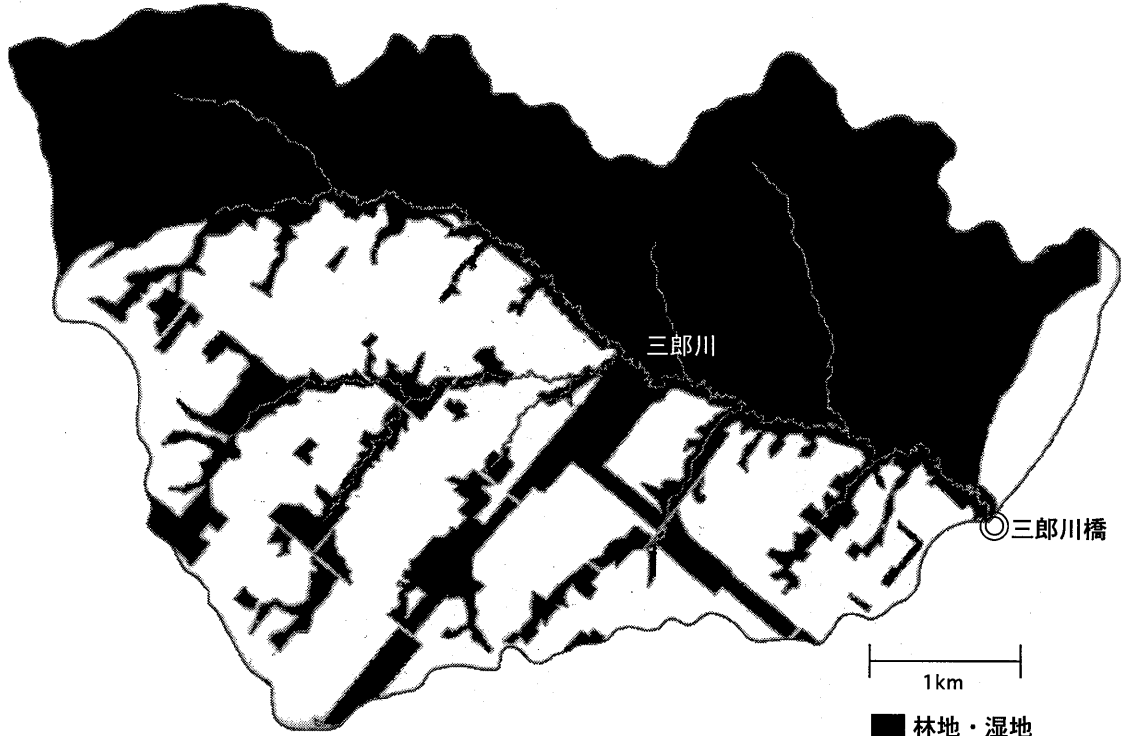
姉別川・狭霧橋流域



姉別川・第一号橋流域



左支姉別川・友交橋流域

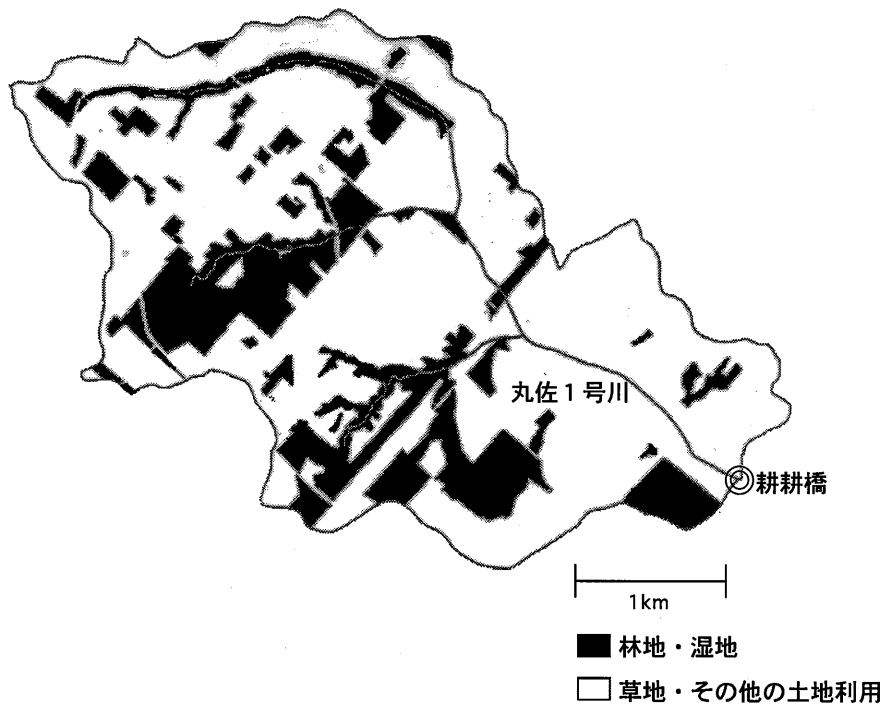


1km

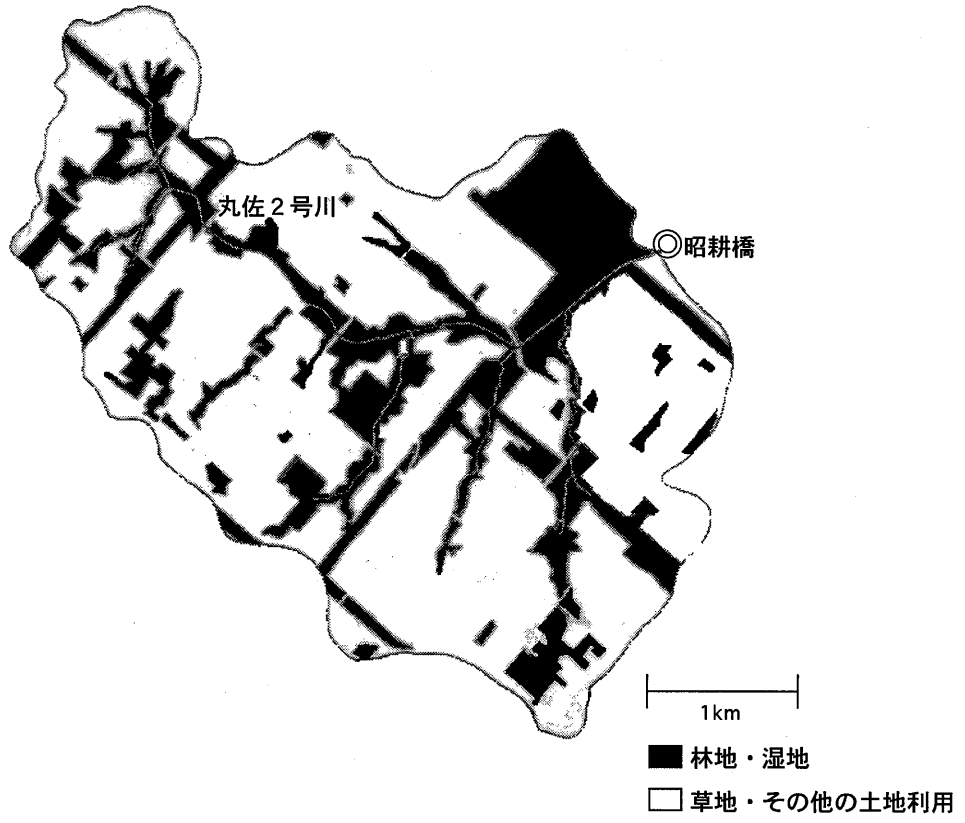
■ 林地・湿地

□ 草地・その他の土地利用

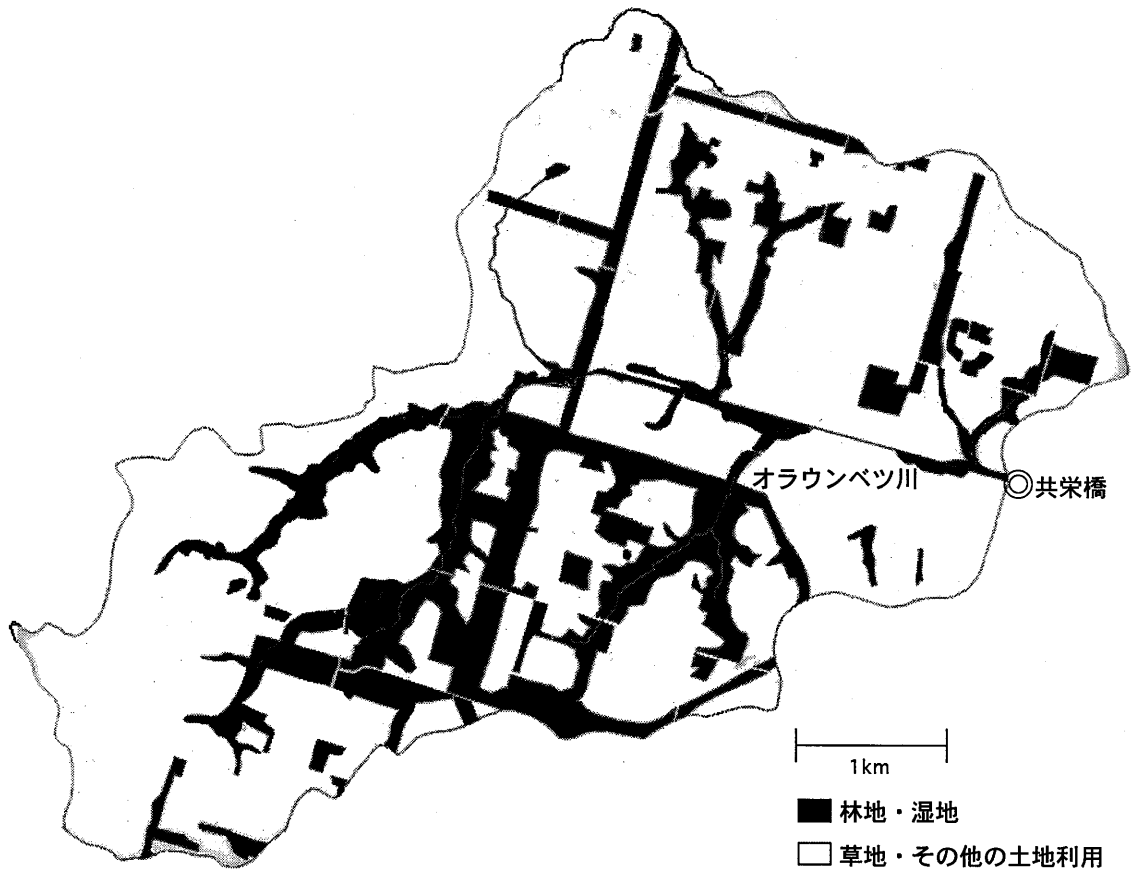
三郎川・三郎川橋流域



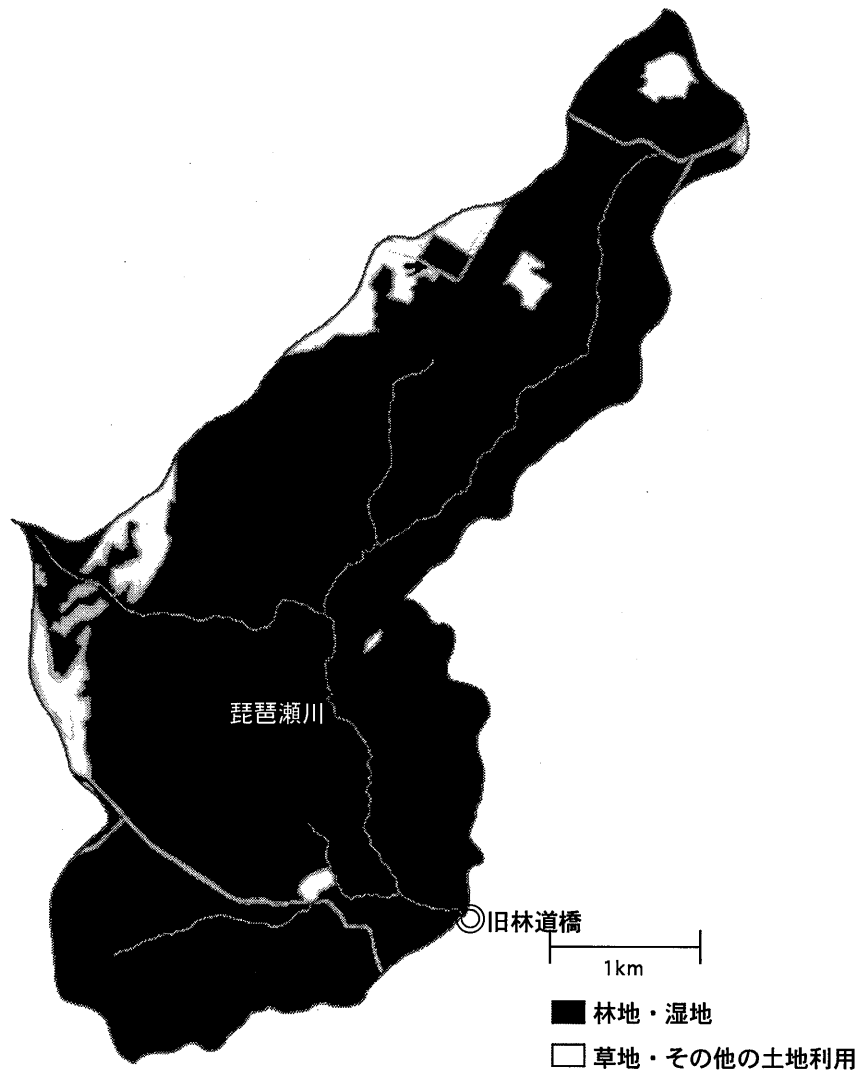
丸佐1号川・耕耕橋流域



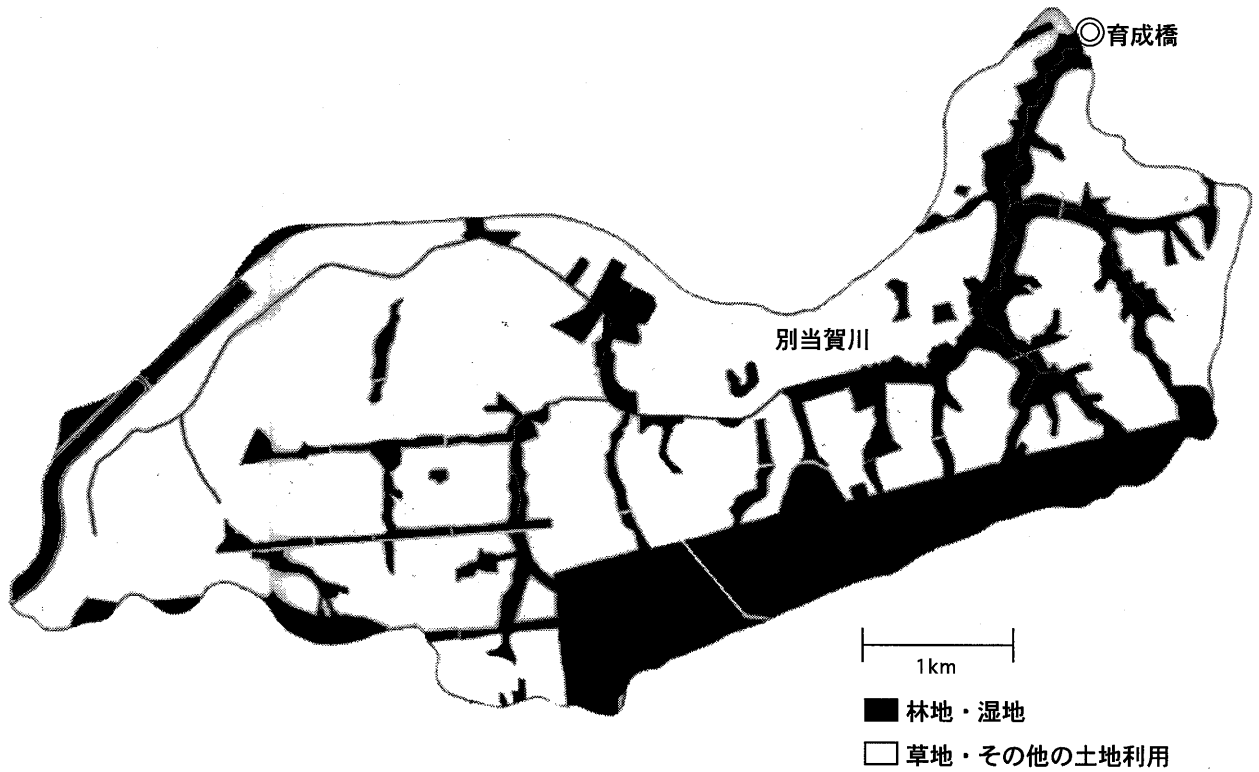
丸佐2号川・昭耕橋流域



オラウンベツ川・共栄橋流域



琵琶瀬川・旧林道橋流域



別当賀川・育成橋流域

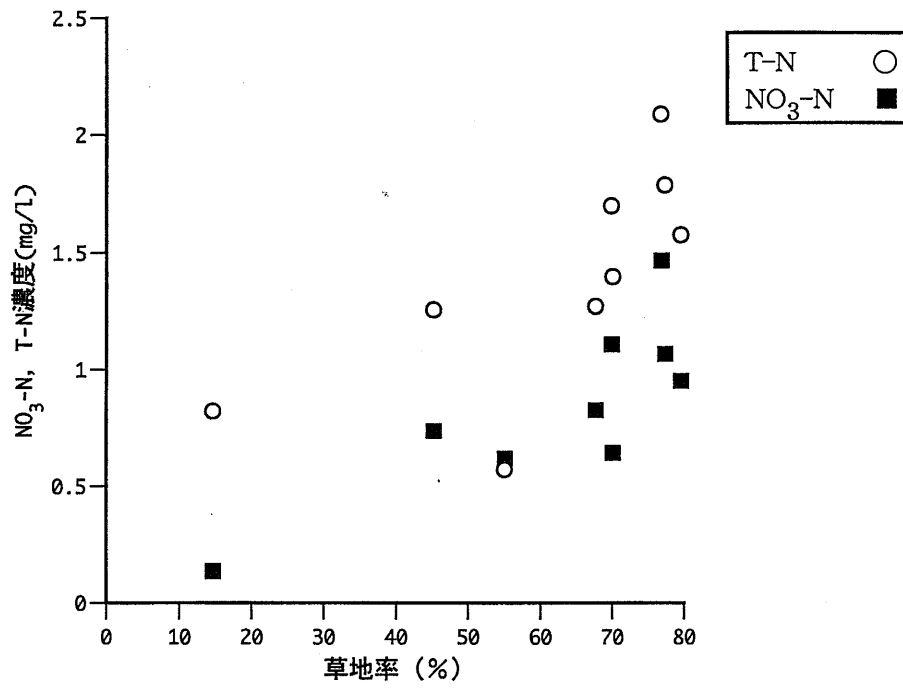
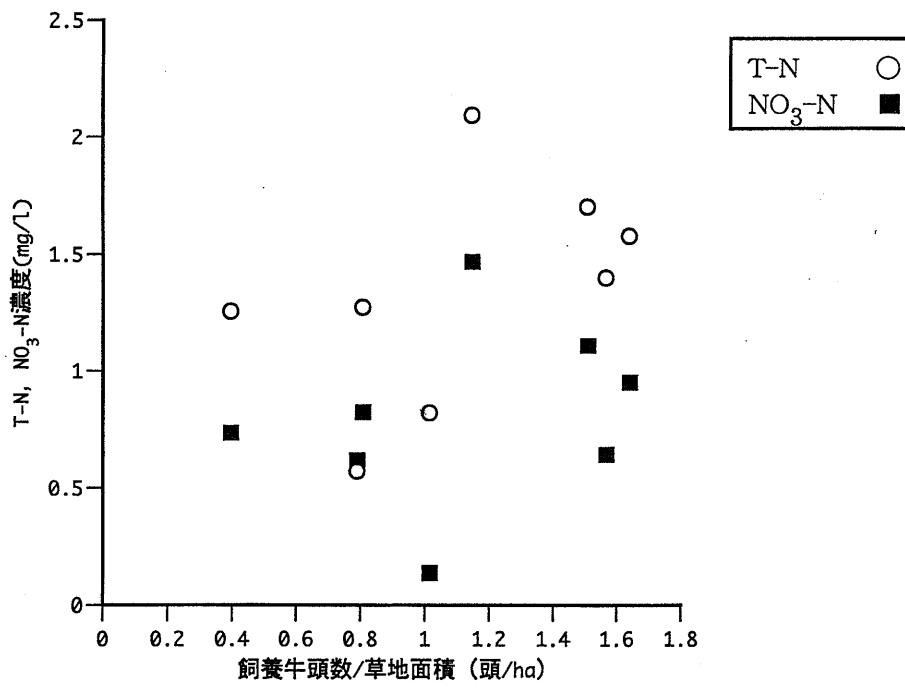
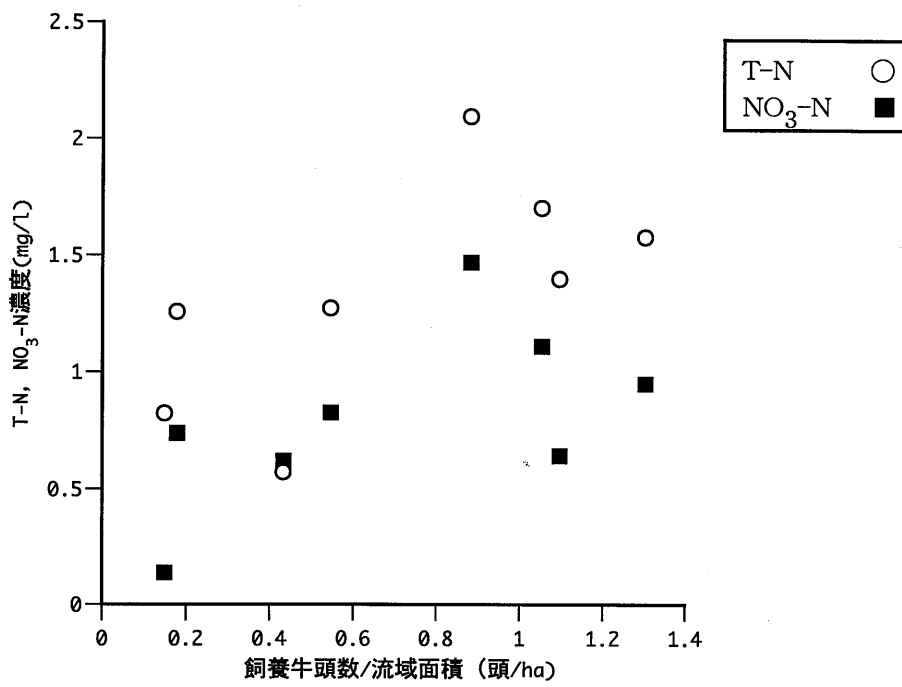


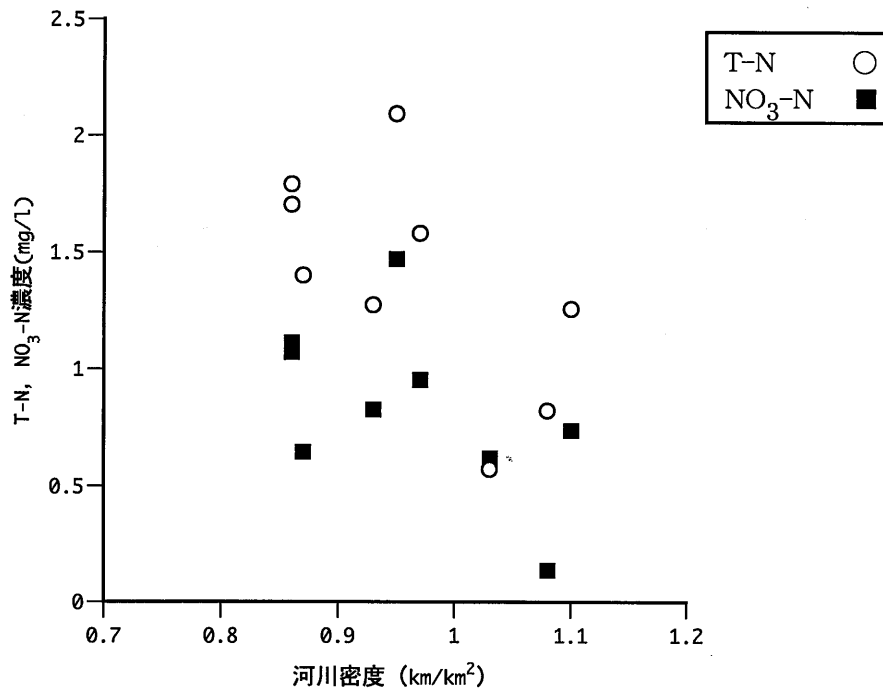
図-3 草地率とNO₃-N, T-N濃度の関係



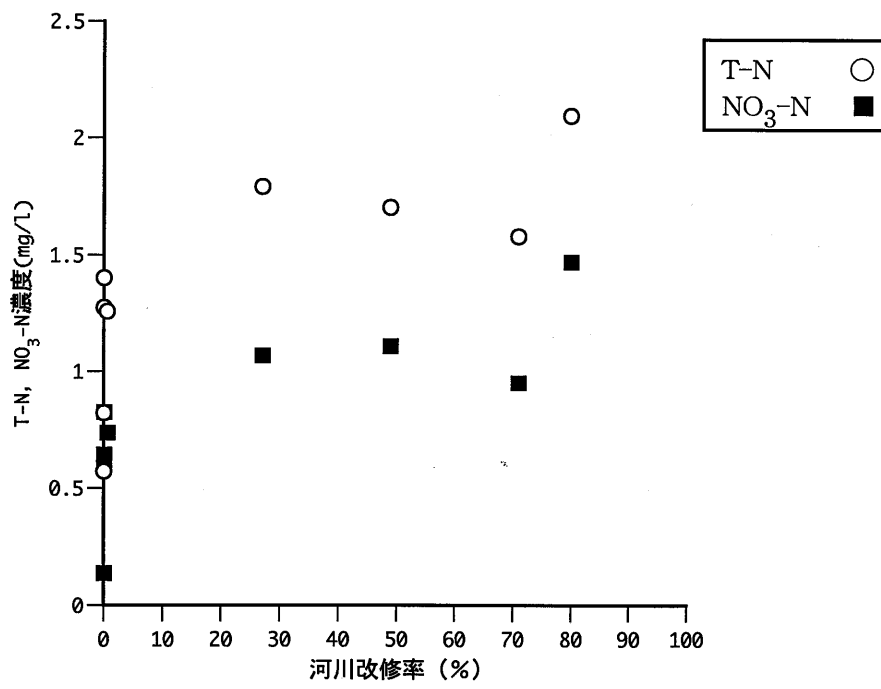
図一4 草地1ha当たりの飼養牛頭数とT-N, NO₃-Nの関係



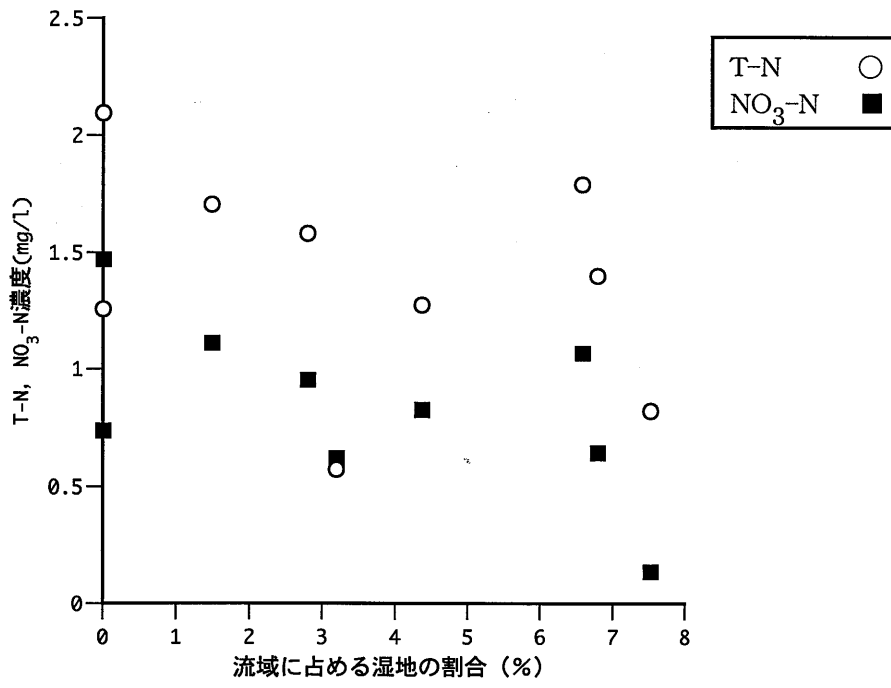
図一五 流域1 ha当たりの飼養牛頭数とT-N, NO₃-Nの関係



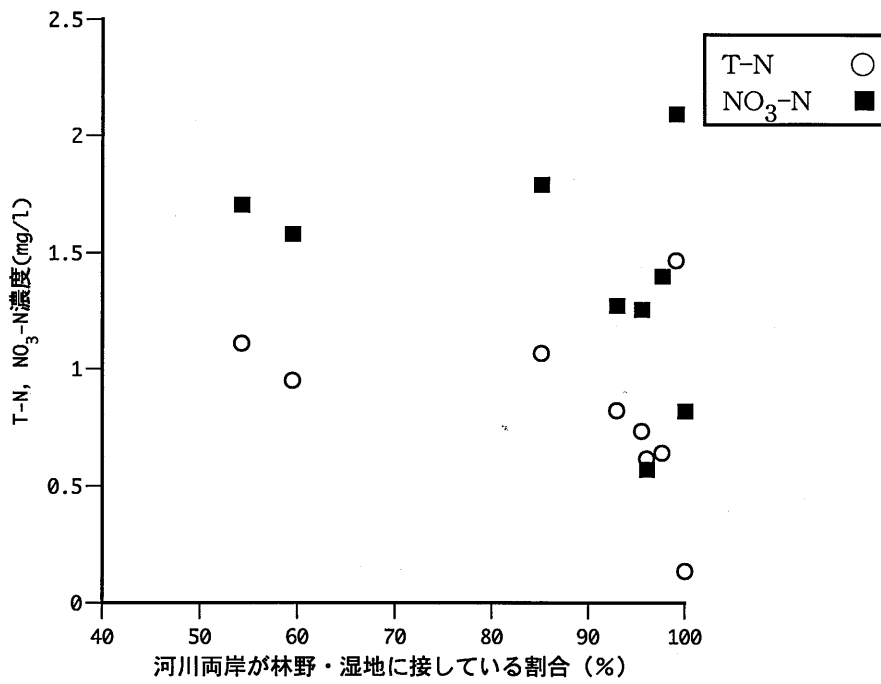
図一6 河川密度とT-N, NO₃-Nの関係



図一7 河川改修率とT-N, NO₃-Nの関係



図一八 湿地率とT-N, NO₃-Nの関係



図—9 河岸の土地利用とT-N, NO₃-Nの関係