

研究報告

内湾水質環境保全に関する調査(第4報)

- 英虞湾、五ヶ所湾および的矢湾流域調査結果のとりまとめ -

地主昭博、岩崎誠二、松井孝悦

南勢志摩地域の内湾に流入する河川で、窒素、リンの流出負荷等に関する調査を実施したところ、その流域に市街地を有する河川では窒素、リンの濃度が高く、汚濁の少ない河川とは異なった季節変動を示すなど、この地域でも土地利用と窒素、リンの負荷の間に関連があることが明らかになった。一方、汚濁の少ない河川では、土地利用と窒素、リンの流出負荷との相関はそれほど明確ではなかったが、降水からの窒素、リンの流入負荷が無視できない程度であった。また、流量などの調査にあたっては、通常の状態での表面流水だけでなく、大雨に伴う短期的な大量の出水や河床の伏流水などについても考慮する必要があることが示唆された。

1. はじめに

三重県南勢志摩地域は複雑な海岸線を有し、多くの内湾が形成されているが、これらの内湾は閉鎖性が高く、富栄養化に伴う水質、底質の悪化が懸念されている。富栄養化の原因となる窒素、リンは河川を通じて、あるいは直接、陸域から流入するほか、底泥からの溶出や養殖漁業などからも供給されるため、対策にあたってはそれぞれの供給源の寄与を明らかにしていく必要がある。

それらの供給源のうち陸域からの流入に関して、この地域の代表的な閉鎖性内湾である英虞湾、五ヶ所湾及び的矢湾流域を対象に、それぞれの湾に流入する河川水中の窒素、リン等の実態調査が実施された。それらの調査結果の概要については、第1報から第3報でそれぞれの湾ごとに報告されてきた¹⁻³⁾ところである。

今回はそれらの調査の結果とその後実施した補足調査の結果を合わせて、窒素、リンの流入と集水域の土地利用との関連等についてとりまとめたので報告する。

2. 調査方法

2.1 河川調査

各湾に流入する河川のうち代表的な15河川の計25地点で、水質および流量を調査した。

調査地域、河川および地点の概要は、図1、図2のとおりである。また、各調査地点ごとの調査期間、回数等を表1に示した。

2.2 背景調査

流域の各町の地形図(縮尺1:2500)および現地調査に基づき、流域の土地利用形態を4種類(水田、畑地、宅地および林地)に区分し、それぞれの区分の面積を図上で計測した。なお、水田には転作畑等を、畑地には樹園地等を含み、道路や水路等はそれぞれの区分に含めた。

また、各町の字別人口を基に、地形図上の家屋数等を勘案して配分することにより、各調査地点別の流域人口を推計した。

なお、降水量については地域気象観測所および地域雨量観測所でのデータ⁴⁾から、英虞湾および的矢湾流域については阿児の、五ヶ所湾流域については南勢のものを、それぞれ用いた。

3. 結果および考察

3.1 季節変動等

各地点における全窒素濃度、全リン濃度およ

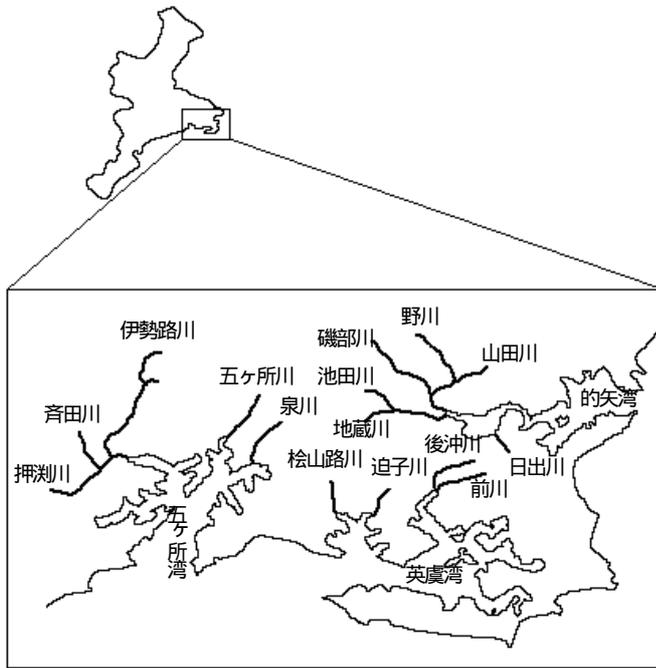


図1 調査地域および調査河川

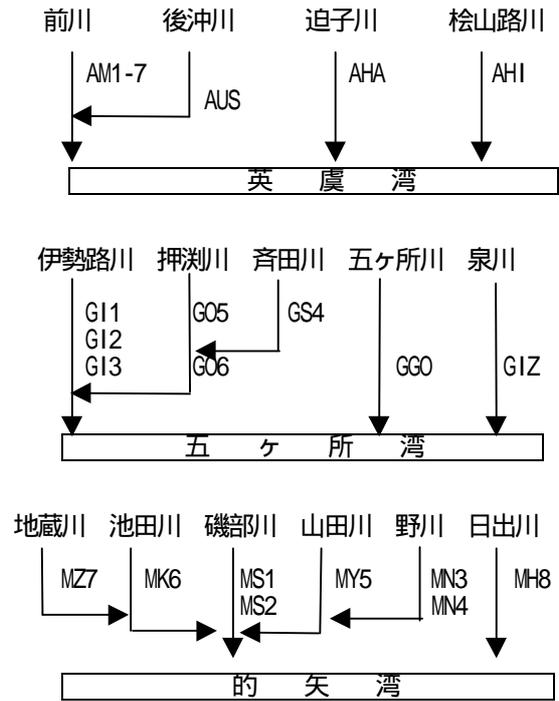


図2 調査河川および調査地点

表1 調査地点の概要

地点	調査期間 (年.月)	調査 回数	流量 測定	湾	河川	流域人口 (人)	流域面積 (km ²)	水田率 (%)	畑地率 (%)	宅地率 (%)	林地率 (%)
AM1	94.7-95.6	22	あり	英虞湾	前川	200	0.9	11.9	12.4	20.2	55.6
AM2	94.7-95.6	22	あり	英虞湾	前川	1900	3.5	16.0	8.4	15.6	60.1
AM3	94.7-98.3	65	あり	英虞湾	前川	2300	3.9	14.9	8.4	16.2	60.5
AM4	94.7-95.6	22	あり	英虞湾	前川	3200	4.4	13.9	8.1	19.2	58.8
AM6	94.7-95.6	22	なし	英虞湾	前川	6400	5.5	12.6	7.2	28.5	51.7
AM7	94.7-95.6	21	なし	英虞湾	前川	7600	6.0	11.7	7.0	30.4	50.9
AUS	95.7-96.6	4	なし	英虞湾	後沖川	580	1.6	18.4	14.3	8.5	58.8
AHA	94.7-95.6	3	あり	英虞湾	迫子川	300	5.0	6.8	0.2	1.0	92.0
AHI	94.7-95.6	3	あり	英虞湾	桧山路川	120	2.3	6.6	0.9	1.1	91.4
G11	95.7-96.6	22	なし	五ヶ所湾	伊勢路川	0	6.4	0.3	0.0	0.0	99.7
G12	95.7-96.6	12	あり	五ヶ所湾	伊勢路川	0	15.6	1.0	0.0	0.6	98.4
G13	95.7-98.3	41	あり	五ヶ所湾	伊勢路川	420	21.2	1.7	0.5	1.0	96.7
GS4	95.7-96.6	12	なし	五ヶ所湾	齊田川	0	4.8	1.0	0.3	0.0	98.6
GO5	95.7-96.6	6	なし	五ヶ所湾	押漕川	0	4.5	2.4	0.1	0.0	97.5
GO6	95.7-96.6	20	あり	五ヶ所湾	押漕川	410	14.4	3.4	1.5	2.2	92.9
GGO	95.7-96.6	4	なし	五ヶ所湾	五ヶ所川	620	12.4	3.7	9.6	1.3	85.5
GIZ	95.7-96.6	4	なし	五ヶ所湾	泉川	130	3.8	3.9	7.1	0.8	88.2
MS1	96.7-97.6	24	あり	的矢湾	磯部川	0	9.2	2.8	0.8	0.3	96.0
MS2	96.7-97.6	24	あり	的矢湾	磯部川	870	10.8	3.4	2.0	1.2	93.4
MN3	96.7-97.6	13	あり	的矢湾	野川	70	1.6	1.3	3.3	1.2	94.2
MN4	96.7-97.6	24	あり	的矢湾	野川	440	7.6	5.9	3.1	2.3	88.6
MY5	96.7-97.6	24	あり	的矢湾	山田川	360	10.2	5.1	0.6	1.8	92.4
MK6	96.7-98.3	33	あり	的矢湾	池田川	590	9.1	10.7	1.2	3.0	85.2
MZ7	96.7-98.3	33	あり	的矢湾	地蔵川	700	12.8	14.1	5.0	3.0	77.9
MH8	96.7-97.6	13	あり	的矢湾	日出川	40	1.7	15.0	5.5	2.7	76.8

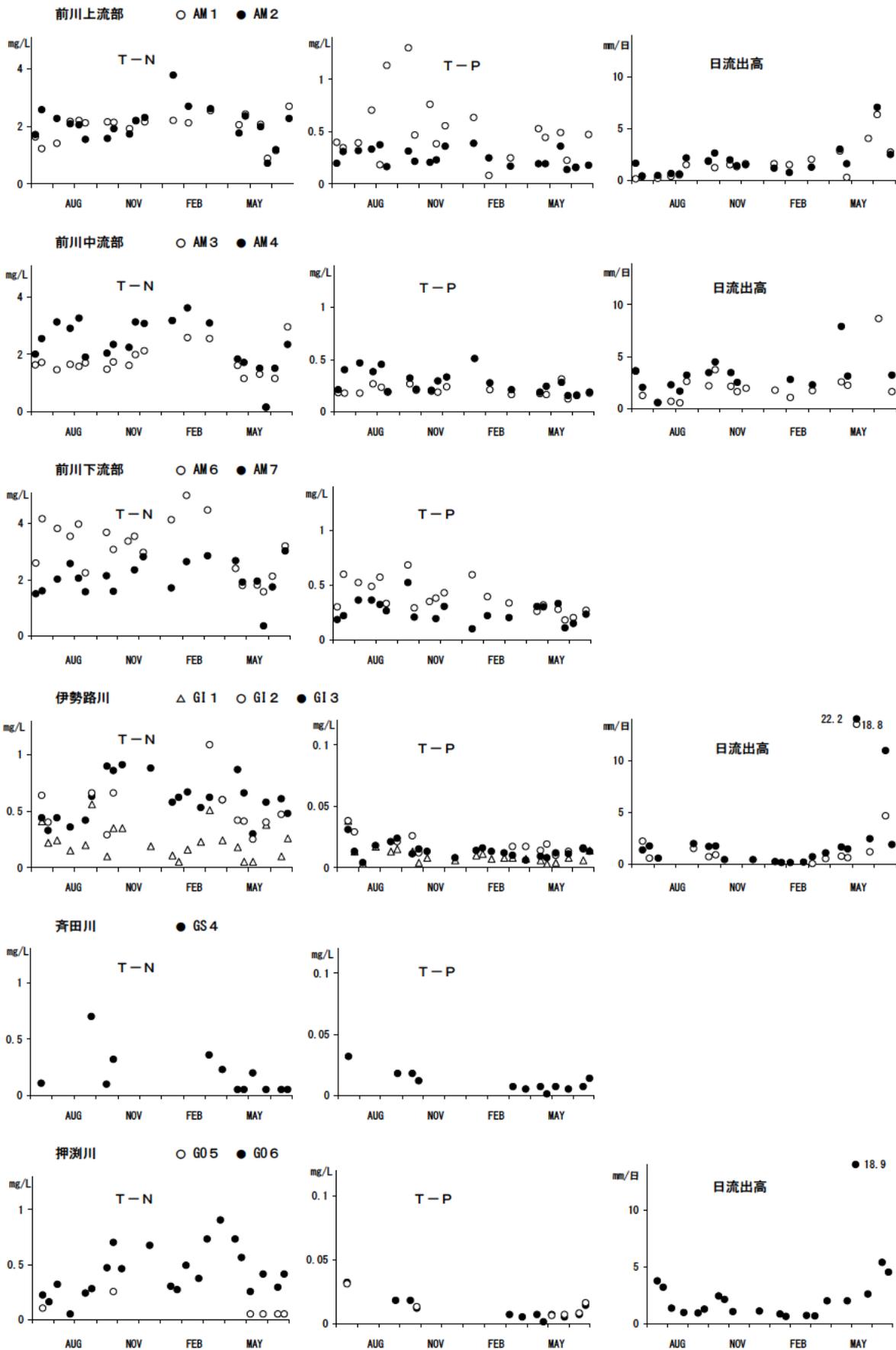


図3 全窒素濃度、全りん濃度および日流出高(英虞湾流域、五ヶ所湾流域)

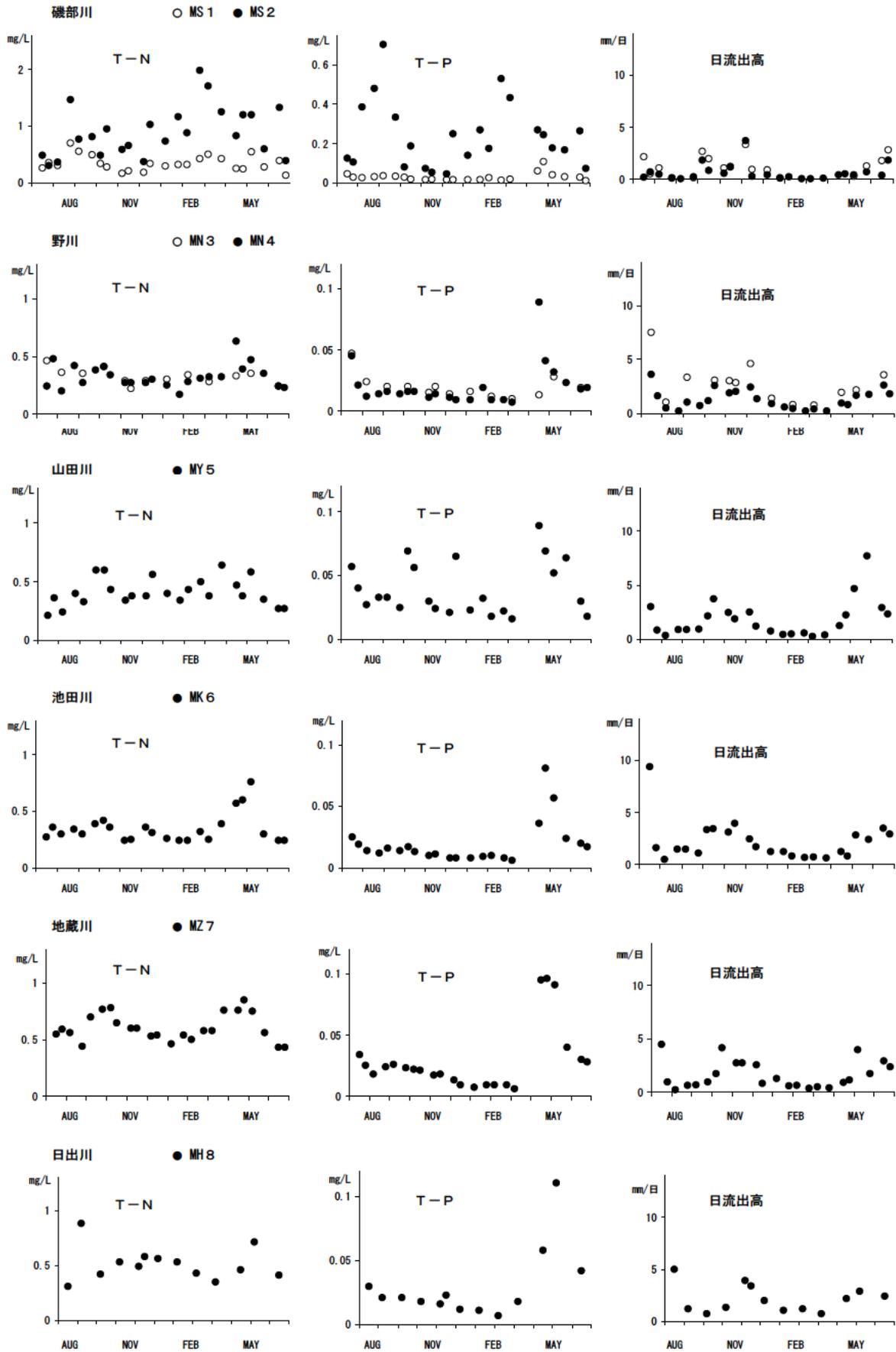


図4 全窒素濃度、全りん濃度および日流出高（的矢湾流域）

び流域面積あたりの流量を mm/日に換算したもの（以下「日流出高」という）を図3および図4に示した。

それによると、全窒素、全りん共に、市街地を流域に持つ前川の各地点（AM1～AM7）で高濃度であった。その他の地点については、ほとんどが低濃度であったが、生活排水あるいはその他の人為的な影響が疑われる磯部川下流（MS2）で、全りんが比較的高い濃度を示した。

季節的な変動についてみると、前川の各地点（AM1～AM7）および磯部川下流（MS2）において、全窒素および全りん共に、夏冬にやや高く、春秋にやや低い傾向が見られた。

その他の地点での全窒素濃度はそれとは逆に、春秋にやや高く、夏冬にやや低い傾向がみられた。また、全りん濃度については、春～夏にやや高く、秋～冬に次第に低下する傾向を示し、

特に的矢湾に流入する河川（MN4、MY5、MK6、MZ7、MH8）では、4～5月頃が最も高い濃度であった。

なお、調査地点のうち4地点については、年による変動を確認するための補足調査として、翌年度以降も調査を継続した。その結果を図5に示したとおり、全窒素については、濃度自体は年によって異なる場合が見られるものの、パターンとしてはほぼ類似した変動傾向が見られた。一方、全りん濃度については、夏にやや高くなる傾向はほぼ一致しているが、4～5月のピークについては調査回数が少ないこともあって、確認できなかった。

なお、流量についても季節変動があり、春秋に多く、夏冬に少ない傾向が見られたことから、全窒素濃度および全りん濃度と河川流量の関係について検討した。その結果、図6に示すとおり、前川の各地点（AM1～AM7）および磯部川下

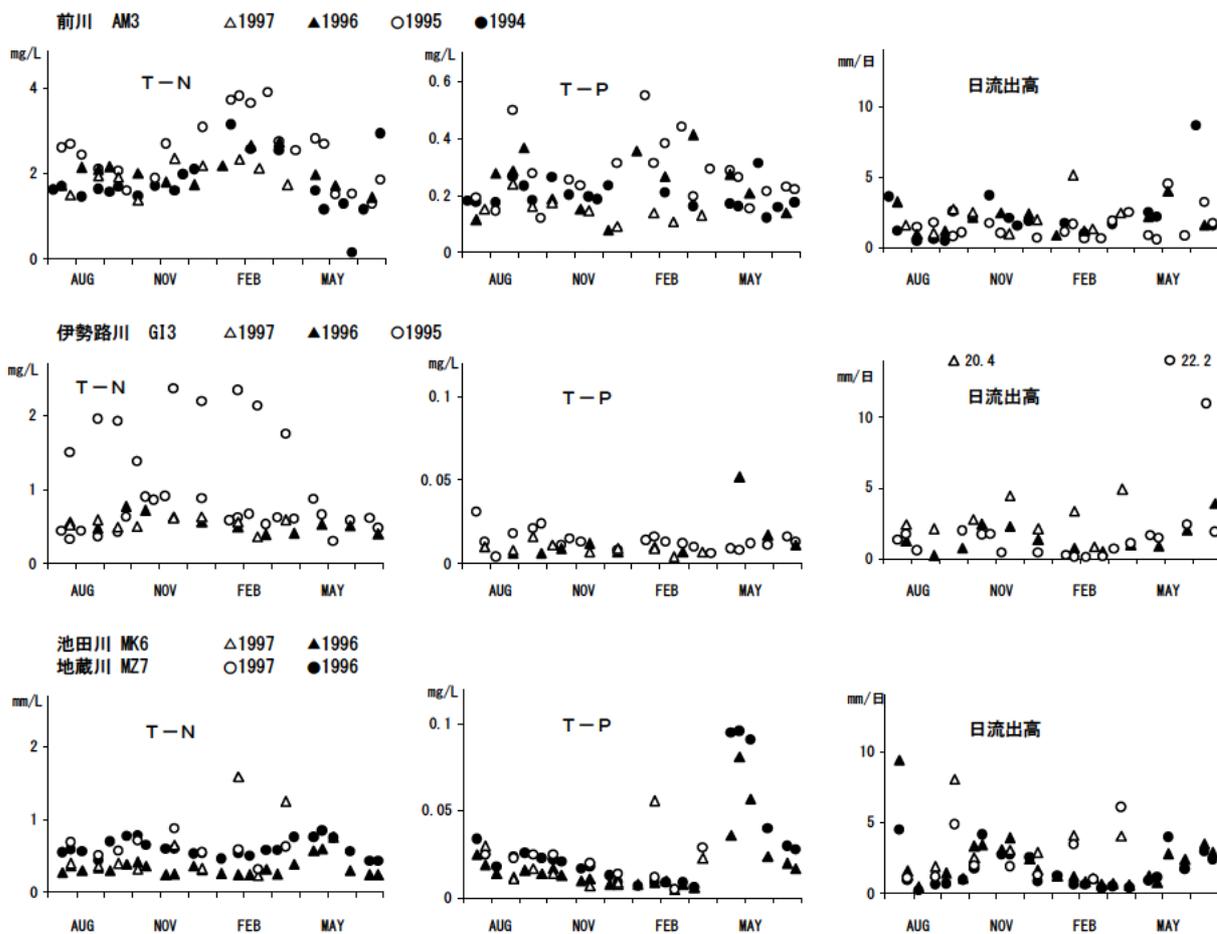


図5 全窒素濃度、全りん濃度および日流出高の年変動

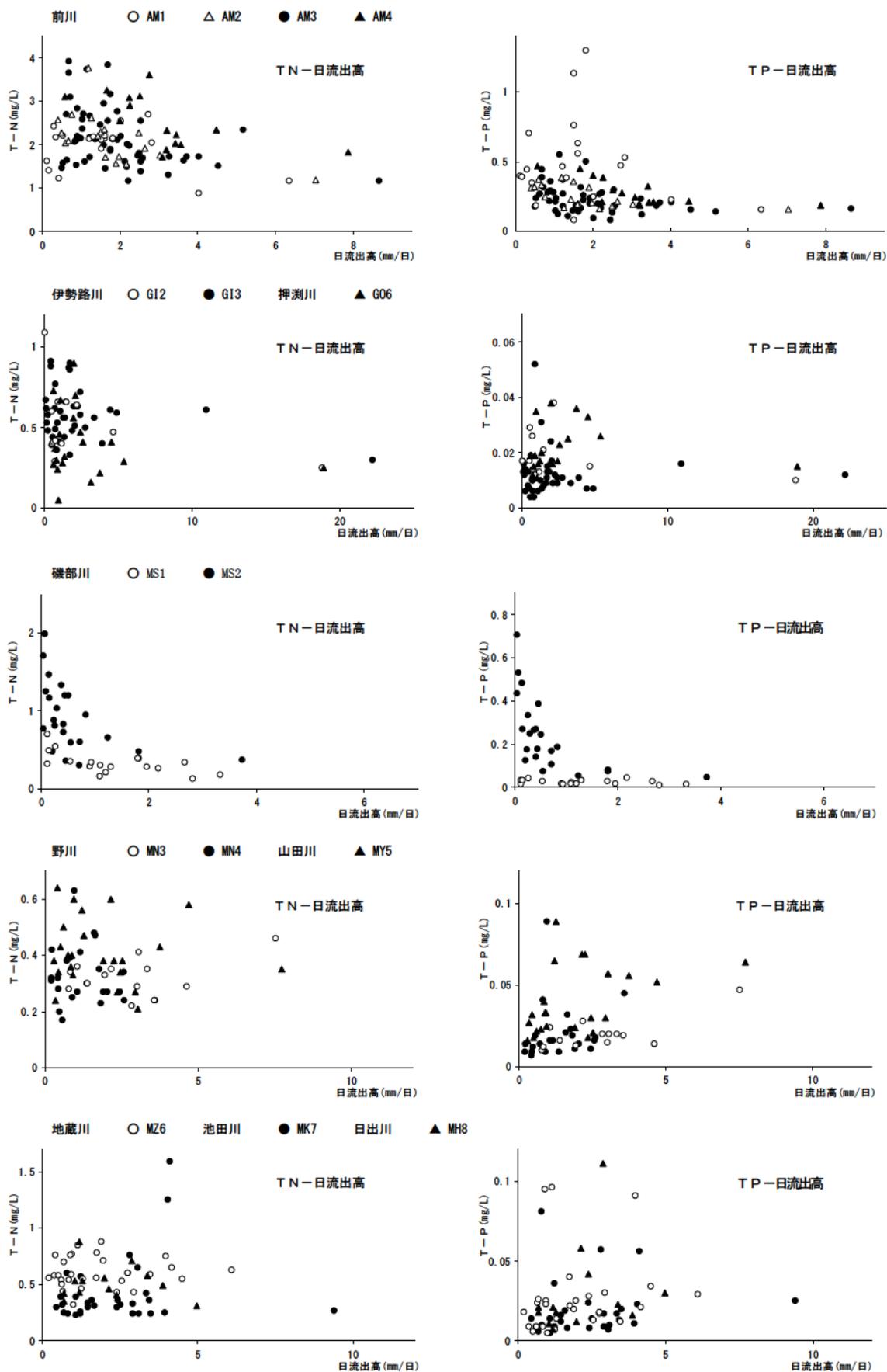


図6 全窒素および全りん濃度と河川流量の関係

流 (MS2) で逆比例の関係が窺われたが、その他の地点では、それほど顕著な相関関係はみられなかった。

これは、前川等の生活排水等の流入負荷が大きい河川では自流水による希釈の効果が表れやすいため、降水量が少なく河川流量が減少する冬に全窒素および全りん濃度が高くなったことによるものと考えられる。

一方、生活排水等の影響が少ない河川では、降水中の窒素成分の寄与が相対的に大きくなると考えられる。この地域で降水中の全窒素濃度を測定した例はないが、当センターで県下各地の雨水を調査しており、無機イオンの調査データが得られている。そのうちの磯部町での調査結果を用いて、硝酸態窒素とアンモニウム態窒素の含量を降水中の全窒素濃度と考えれば、この地域での降水中の全窒素濃度は 0.6 mg/L 程度と推定することができる。各地点での調査結果をこの推定降水濃度と比較すると、多くの地点において、全窒素濃度は、降水とほぼ同程度もしくはより低い濃度となっている。このことから、自流水による希釈の効果は少なく、むしろ降水量の増加が流入負荷を増大させることとなるため、河川流量の増加する春秋に全窒素濃度が高くなる可能性があるものと考えられた。

りんについては、降水中の濃度は低い⁵⁾ものの、一般的に降雨に伴って掃流される土壤粒子に吸着された形で流出してくるものが多い⁶⁾とされていることから、降水量や降雨強度が増加する春～夏に河川水中の濃度が高くなったものと考えられた。なお、春に全りん濃度が高くなった地点については、同時に測定された SS についても比較的高濃度となっており、時期からみて水田の代かき水等の影響も考えられるが、今回の調査では確認できなかった。

3.2 全窒素濃度と全りん濃度の比率

河川水中の窒素/りん比は流域の環境に依存し、栄養塩類の流入の状況を判定する要素を備えている⁷⁾ことから、全窒素濃度と全りん濃度の関係について検討した。

図 7 に示すとおり、生活排水の寄与の大きい

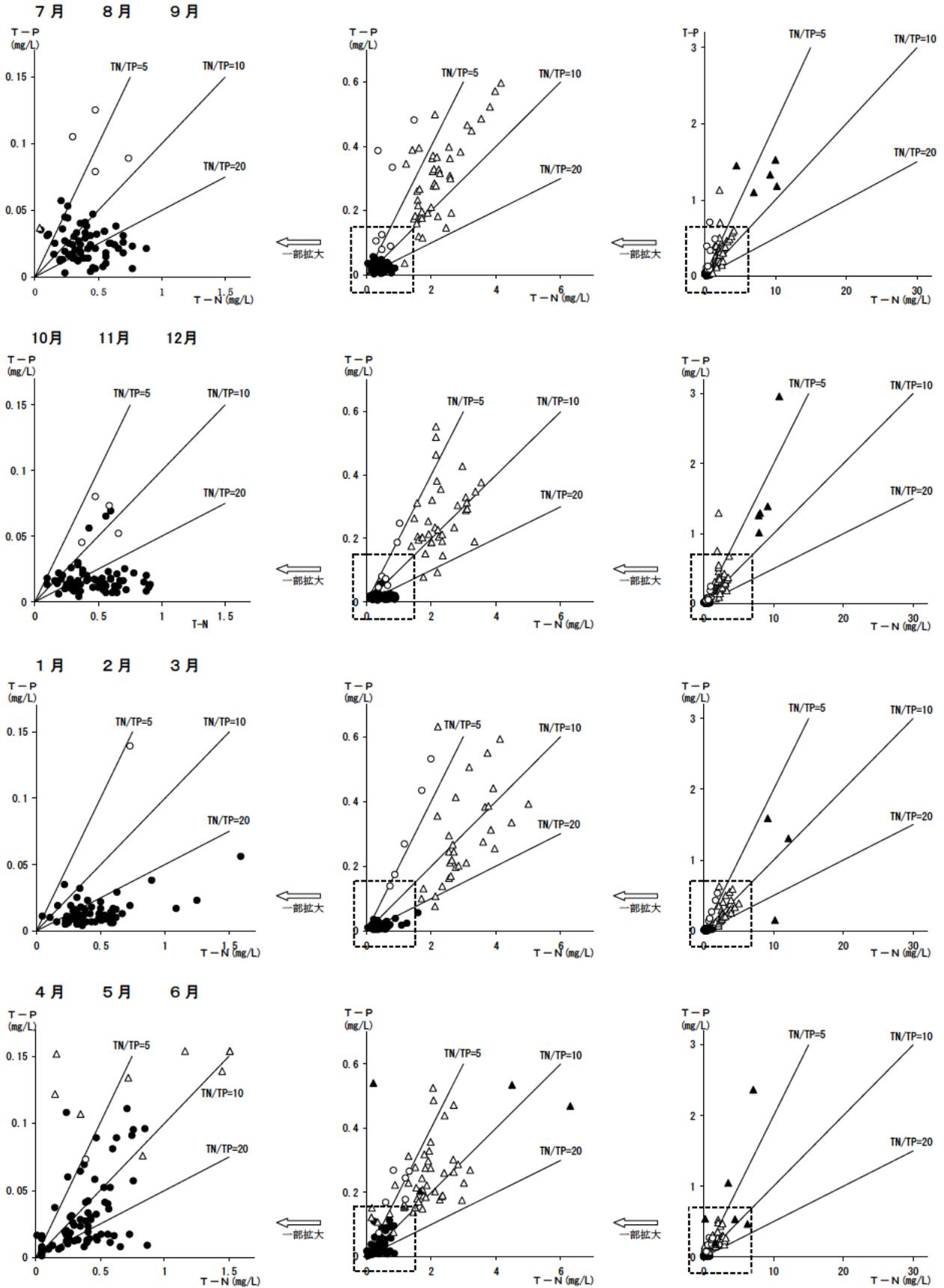
前川および後沖川の各地点 (AM1～AM7、AUS) においては、窒素/りん比は 10 程度 (5～20) であり、季節変化はほとんどみられなかった。それに対して、窒素およびりん濃度の低いそれ以外の地点においては、窒素/りん比がより高く、また 10 月～3 月の低温期と比べて 4～9 月の高温期に低くなる傾向がみとめられた。なお、磯部川下流 (MS2) ではりん濃度が高いため、窒素/りん比はより低い値であった。

一般に、生活排水等の窒素/りん比が 10 程度であるのに対し、降水中の窒素/りん比は 20 あるいはそれ以上であることから、生活排水等の寄与が大きい河川では窒素/りん比が小さく、降水などいわゆるバックグラウンドの寄与が大きい河川では窒素/りん比が大きいことが考えられる。今回の調査でも、生活排水等が多く流入する前川などでは小さく、その他の河川で大きいなど、それを裏付ける結果が得られた。なお、三重県下の河川において窒素、りんの形態を調査した安田ら⁸⁾によると、窒素/りん比は多くの地点で 5～30 であり、今回の調査で前川等において得られた値とほぼ同様であった。また、びわ湖流入河川水において窒素/りん比 (無機態窒素/りん酸態りん) を調査した富野ら⁷⁾の報告と比較すると、変動パターンはやや異なるものの、7～9 月夏季に極小傾向を示すことなど、類似した季節変動がみられた。

3.3 河川流量

前述のとおり、河川流量は栄養塩類濃度を規定する一面を持つ。しかしそればかりでなく、汚濁負荷量は濃度と流量の積であるため、湾域への流入負荷について検討しようとする場合には、より精度よく河川流量を把握することが重要であることは言うまでもない。そこで、今回の調査で得られた流量データの妥当性等について、降水との関連で検討した。

今回の調査では、補足調査として継続した地点もあるが、それ以外の各地点での調査期間はそれぞれ 1 年間であった。また、ある程度長い期間をとれば、流域内における水貯留量の変化は無視できる⁹⁾ことから、1 年を単位として各



△ 前川、後沖川 (AM1-AM7、AUS) ○ 磯部川下流 (MS2) ● その他 ▲ (参考) 前川に流入する排水路

図7 全窒素濃度と全りん濃度の関係

地点における流量の測定値を日流出高に換算し、その期間における日平均降水量と比較した。なお、降水と流出の時間差を考慮して、降水量は調査開始月の前月から終了月の前月までのものを平均した。

日平均降水量に占める日流出高の値(以下「流出率」という)は図 8 に示したとおり、概ね 30 ~ 70 %で、一般に下水道計画等で用いられている流出率(75 %程度)を下まわっていた。また、その値は調査年によって大きく変動し、降水量の少なかった 1995 年 7 月 ~ 1996 年 6 月に調査した地点では 70 %程度であったが、それ以外は 30 ~ 50 %の場合が多く、20 %を下まわる地点もみられた。

流出率が実際より低く測定される原因の一つとして、調査頻度が粗いと降雨に伴う流量変動を十分把握できないことが考えられる。そこで、短期的な降水変動が流出率に及ぼす影響をみるために、調査日前日までの 3 日間、7 日間、15 日間および 30 日間の日平均降水量と日流出高の関係をプロットした。一例を図 9 に示したように、前 7 日間あるいは 15 日間とある程度長い期間をとった場合には、前 3 日間の短期間をとった場合と比べて、日平均降水量と日流出高

との相関がより高くなるように見受けられた。

このことは、地表へ降下した雨水が流域で一旦保留された後徐々に流出する機構からも予想できるが、調査時点の流量は少なくともそれ以前の 7 ~ 15 日間の降水量を反映していることになる。したがって、通常の降雨変動であれば、今回の調査のような月 2 回程度の測定でも、十分とは言えないが、その影響をある程度回避できるものと考えられる。

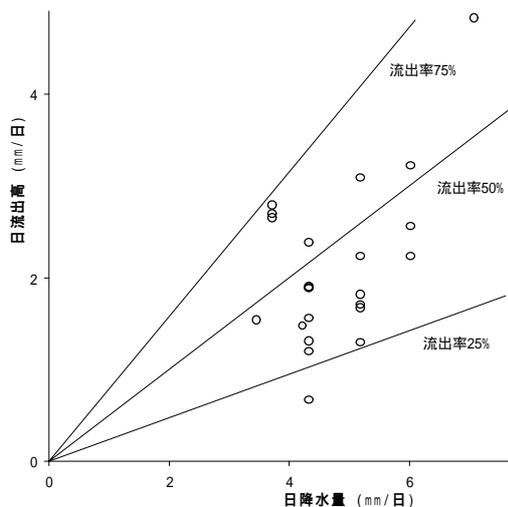


図 8 日降水量と日流出高の関係 (年間平均値)

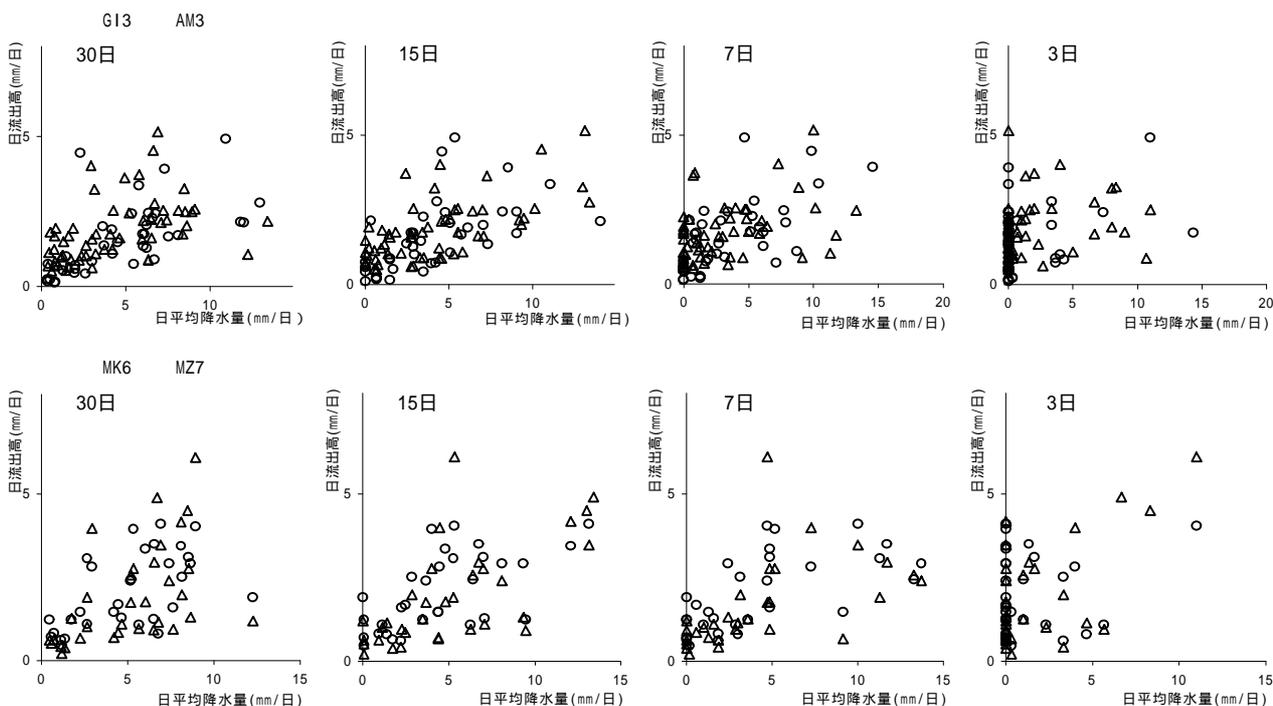


図 9 短期の平均降水量と日流出高の関係

しかし、大雨時あるいは降雨直後の一時的な大量の増水については把握が難しく、今回の調査でもその部分の欠落が流出率を引き下げた可能性は否定できない。

また、調査地点のいくつかはその河床が礫質あるいは砂質であるため、上流側の地点に流水があるにも係わらず、下流側の地点では水が涸れていた例もみられた。この例にみられるように、相当量の水が伏流水として流下していることが考えられるが、それについては測定された流量には含まれず、特に流量の少ない時期には、大きな誤差要因となったおそれがある。

このように、流量の測定には様々な問題があることから、負荷量の算出等の際には、その点を考慮する必要があると考えられる。

3.4 流域の土地利用との関連

河川の水質はその流域の状況の影響を強く受ける。特に、工場・事業場、下水やし尿の処理場、大規模畜産、市街地など、大規模な汚濁物質の発生源の寄与は大きい。一方、そのような大規模な発生源がない場合には、小規模な発生源あるいは流域の土地利用の違いが河川の水質に影響を及ぼすと考えられる。そこで、各調査地点の流域の土地利用形態を、水田、畑地(樹園地を含む)、宅地及び林地の4種類に分類して、水質との関連等について検討した。

各調査地点での全窒素濃度及び全りん濃度とその流域におけるそれぞれの利用形態別の面積が全体の面積に占める割合(以下「水田率」「畑地率」「宅地率」「林地率」という)との関係を図 10 に示した。全地点をあわせて見た場合、窒素、りん共に、水田率、畑地率及び宅地率とは正の、また林地率とは負の相関が、それぞれ見受けられ、流域の土地利用が河川の水質に影響を及ぼしていることが示唆された。

しかし、歴史的にみても多くの集落は水田を開くことが出来る地域に形成されてきたために、水田率の高い地区では宅地率も高い。また、今回畑地としたものはみかんを中心とする樹園地が主であるが、ある程度開けた、集落に近いところに多く分布する。さらに、水田、畑地等

耕地としての土地利用がすすめば、その分林地が少なくなるなど、それぞれの土地利用形態の占める割合そのものも相互に関連を有する。また、図 10 に合わせて示したように、流域の人口密度と窒素、りん濃度の間にも相関があることから、水田率、畑地率と窒素、りんの濃度との相関は、人口密度、即ち生活排水からの負荷と窒素、りんの濃度との相関関係から副次的に生じたものであることも考えられる。

このように、窒素、りんの濃度がある程度高い場合には、河川水中の窒素、りんの濃度が、人口密度あるいは宅地率と関連を有することが明らかであった。この人口密度あるいは宅地率の大小は、そこで発生する生活排水等の負荷量の多寡を表すものであり、他と比べて大きな負荷を持つ生活排水等の流入が多ければ、窒素、りんの濃度が上がるのは当然であろう。

その一方で、今回の調査地域は前川流域等の開発の進んだ地域とそれ以外の農山村部に明らかに区分することができ、それに応じて窒素、りん濃度の分布も2極化している。また、濃度の高い地点はほとんど同じ地域であり、それぞれの利用区分の占める割合も似通っているため、その集団内でのばらつきはそれほど大きくない。このような場合は、実際には強い相関関係がなくても、見かけ上強く表れることがある。また、前川等では市街部からの負荷が大きいため、それによって土地利用自体の影響が打ち消されることが考えられる。

そこで、市街部等流域の負荷が大きい地点(AM1~AM7、AUS、MS2)を除いて検討した結果、図 11 に示したとおり、図 10 でみられた相関傾向がわずかに認められるものの、窒素、りん共に低い濃度で、土地利用や人口密度との明確な相関関係は認められなかった。

中曽根らは、茨城県つくば市周辺のため池の窒素濃度とその集水域の土地利用と相関があるとしている¹⁰⁾が、今回の調査では、人口密集度の高い地域を除けば、土地利用と河川水質を明確に関連づけるような結果は得られなかった。これは、今回の調査地域はつくば市などとは異なり、窒素の負荷が大きいといわれる畑地

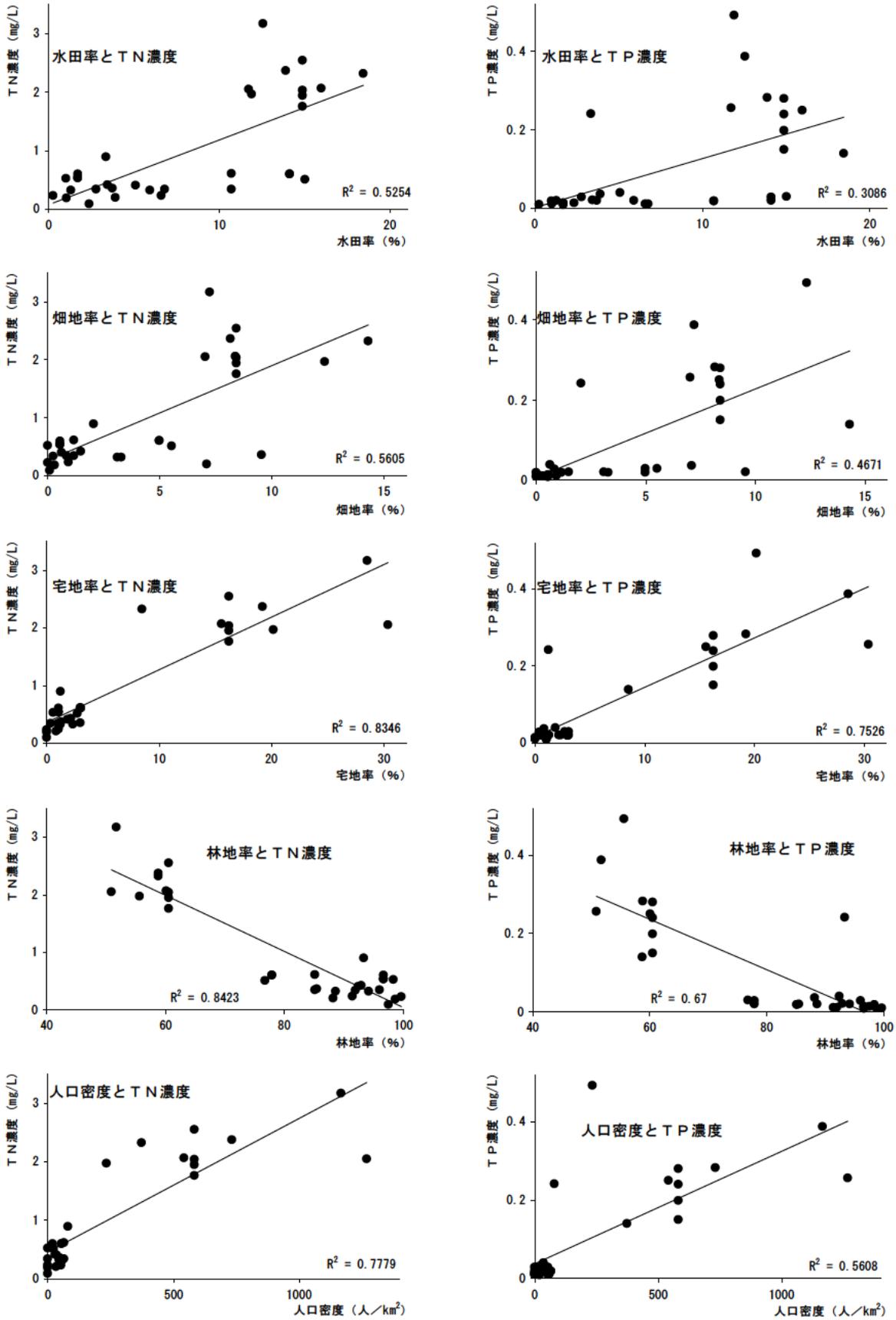


図10 土地利用形態と窒素、りん濃度の関係(全地点)

の割合が低く、負荷が小さいと言われる林地の割合が高いために、土地利用の違いによる負荷量の差が際だたなかったことによるものと考えられる。

3.5 窒素、りん負荷量の推定

例えば、ある湾にどれだけの汚濁物質が流入しているかを検討する際に、点源については実測が可能であるが、面源についてはその実測が難しく、各利用形態別の原単位、即ち単位面積あたりの排出量、を用いて推定する方法を採らざるを得ない。土地利用と窒素、りんの負荷量との関連については、多数の報告がある¹¹⁾が、負荷量原単位と考えることのできる値は、それぞれでかなり異なっている。また、実際の現場では、ごく小規模な点源があったり、流路の状態により流達率が異なったりと、さらに多くの要因が複雑に絡み合っている。従って、精密な

推定のためには、より詳細な調査、検討が必要ではあるが、今回は土地利用区分ごとの面積と流域の人口のみを用いて、窒素およびりんの流出負荷量を試算し、実測値との比較を試みた。なお、試算にあたっては、表2の原単位を用いて積算し、その結果を表3に示した。

全窒素についてみると、試算負荷量に対する実測負荷量の割合は、多くの地点では0.6~0.7であったが、試算値が実測値の倍以上となる場合あるいは試算値が実測値の半分以下となる場合もいくつかみられた。りんについては、試算負荷量に対する実績負荷量の比率が窒素の場合よりさらに低かった。このように試算値と実測値とが異なる原因として、用いた原単位が適切でなかったことや流出率あるいは流達率を考慮しなかったことなど試算に関する問題が、当然考えられる。

表2 負荷量の試算に用いた原単位およびその考え方等

項目	土地利用形態等	原単位	考え方	出典
窒素	水田	3.0 kg/km ² ・日	排出負荷量 - 用水由来の流入負荷	文献11) (清水かんがいの湿田)
	水田 (前川等)	0 kg/km ² ・日	排出負荷量 - 用水由来の流入負荷	文献11) (循環利水の湿田)
	畑地	15.6 kg/km ² ・日	みかんの施肥量 (溶脱率30%と仮定)	文献12)
	宅地	3.0 kg/km ² ・日	雨水が全量流出 (生活排水分は別途加算)	環境科学センター調査
	林地	0.82 kg/km ² ・日	一般的な年間値から換算	文献11)
	人口	4.4 g/人・日	処理形態ごとの原単位、人口比率から推算	文献13)
りん	水田	0.16 kg/km ² ・日	排出負荷量 - 用水由来の流入負荷	文献11) (水田群)
	畑地	0.20 kg/km ² ・日	みかんの施肥量 (溶脱率1%と仮定)	文献12)
	宅地	0.10 kg/km ² ・日	雨水が全量流出 (生活排水分は別途加算)	文献5)
	林地	0.082 kg/km ² ・日	一般的な年間値から換算	文献11)
	人口	1.2 g/人・日	処理形態ごとの原単位、人口比率から推算	文献13)

表3 調査地点に流入する窒素、りん負荷量の試算結果

調査地点	窒素負荷量 (kg/日)					雨水負荷	りん負荷量 (kg/日)						
	94調査	95調査	96調査	97調査	試算値		調査地点	94調査	95調査	96調査	97調査	試算値	雨水負荷
AM1	2.6				3.4	2.6	AM1	0.64				0.33	0.09
AM2	12.1				16.3	10.5	AM2	1.38				2.66	0.35
AM3	15.1	13.9	14.4	17.3	19.2	11.8	AM3	1.66	1.60	1.52	1.29	3.18	0.39
AM4	31.7				24.3	13.1	AM4	3.37				4.30	0.44
AHA	4.2				6.4	14.9	AHA	0.07				0.80	0.50
AH1	1.1				3.1	6.8	AH1	0.02				0.34	0.23
G12		15.2			13.3	46.7	G12		0.60			1.29	1.56
G13		27.6	16.6	54.3	22.2	63.6	G13		0.75	0.41	1.22	2.29	2.12
GO6		13.9			18.5	43.2	GO6		0.86			1.74	1.44
M11			3.2		9.3	27.6	M11			0.26		0.78	0.92
M12			4.2		17.0	32.4	M12			0.91		1.99	1.08
MN3			1.5		2.4	4.7	MN3			0.10		0.22	0.16
MN4			3.1		13.0	22.8	MN4			0.23		1.22	0.76
MY5			7.7		12.5	30.7	MY5			0.94		1.32	1.02
MK6			6.8	20.2	14.3	27.2	MK6			0.40	0.61	1.54	0.91
MZ7			12.7	20.1	27.7	38.3	MZ7			0.73	0.72	2.11	1.28
MH8			1.9		3.7	5.2	MH8			0.13		0.22	0.17

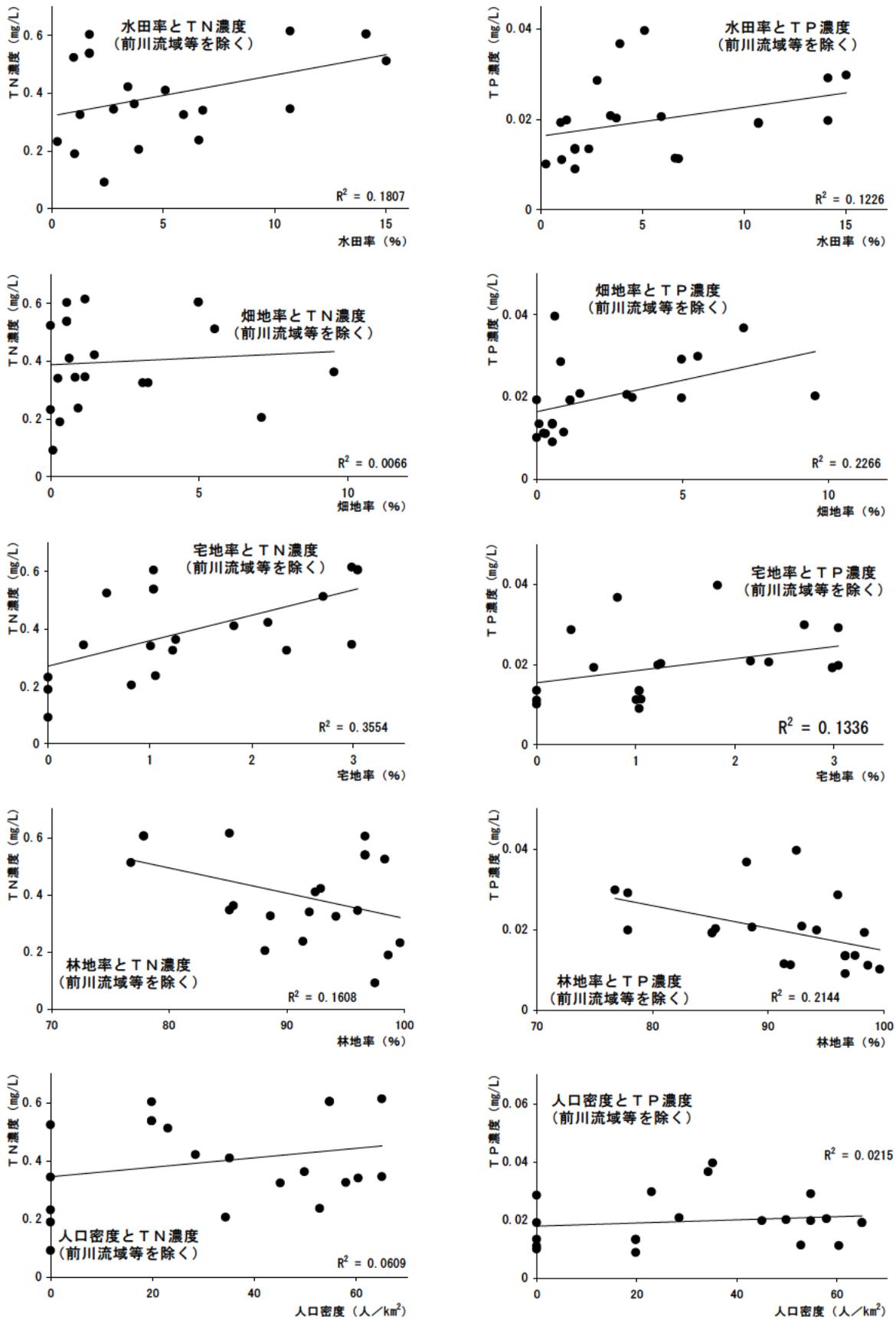


図11 土地利用形態と窒素、りん濃度の関係(市街地を除く)

しかしそれ以外にも、河川によっては何か所かで農業用水を取水しているためにその分河川流量が少なくなっていることや場合によっては現地調査での流量の把握が十分でなかったことなど実測についての問題点もその原因の一つとなった可能性がある。また、りんについては、鈴鹿市を貫流する金沢川における調査でも増水時の流出負荷が非常に多いとされている¹⁴⁾ように、増水時の流出分が欠落すれば、実測値は実際よりさらに低めに出ることになる。

そこで、試算負荷量に対する実測負荷量の比と降水の流出率との関係をプロットしてみると、図12に示すように流出率が高いほど[実測負荷量/試算負荷量]比が大きくなるような傾向がみられた。試算が実際とかけはなれていないとすれば、今回の調査において流量の把握が十分でなかったことを窺わせる結果であり、今後調査手法を含めた検討をしていく必要があると考えられた。

また、複数年間調査した地点での結果をみると、年による変動がかなり大きく、実態把握の精度を高めるためには、調査日の間隔はより短く、調査期間はより長くしていくことも必要であると考えられた。

なお、面源、特に林地や農耕地からの窒素、りんの負荷を検討するにあたっては、単なる流出負荷だけでなく、雨水や用水等からの流入についても考慮した差し引き負荷で考えることが重要であるといわれている¹⁴⁾。そこで、雨水からの負荷を試算し、表3にあわせて示した。これによると、窒素については、前川の流域(AM1~AM4)では実測負荷が雨水負荷を上まわっていたが、それ以外の地点では、負荷量試算値、実測値共に雨水負荷を下回っていた。したがって、生活排水等の寄与が大きい前川流域等を除けば、この地域は全体として降水の窒素負荷を低減している地域であると言える。りんについては、窒素と比べて雨水中の濃度が低いため、前川の流域以外でも、試算負荷が雨水負荷を上まわっている地点が多かったが、実測負荷は雨水負荷と同程度あるいは下まわる地点が多かった。

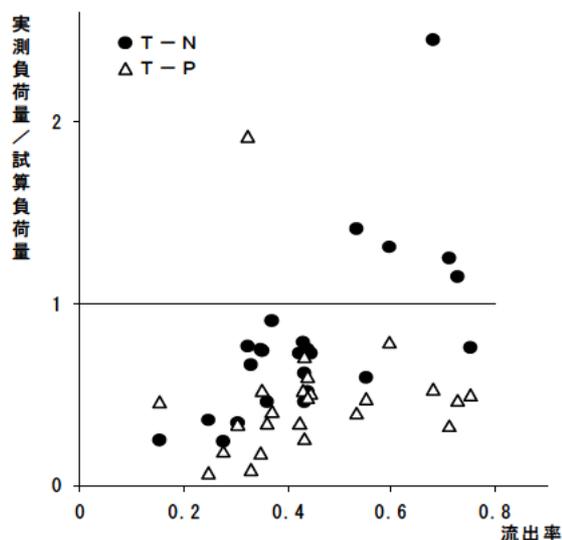


図12 実測負荷量/試算負荷量比と降水流出率の関係

4. まとめ

1994年から1998年にかけて英虞湾、五ヶ所湾およびの矢湾流域で実施された河川水中の窒素、りん等に関する調査の結果、次のようなことが明らかになった。

- (1) 河川水中の窒素、りんの濃度およびその季節変動はその流域の土地利用の影響を受けるが、今回の調査地域では、生活排水等の影響が大きく、その他の面源の影響は必ずしも明らかではなかった。
- (2) 前川水系の窒素、りんについては、市街地からの生活排水等の寄与が大きく、その他の地域では、降水からの窒素の負荷が無視できない程度であると考えられた。
- (3) 流量などの調査にあたっては、通常の状態での表面流水だけでなく、大雨に伴う短期的な大量の出水や河床の伏流水などについても考慮する必要があることが示唆された。

なお、本調査は平成6年度～平成9年度に内湾環境保全に関する調査事業として実施された。現在は異動により他部署に勤務されているが、この間に松阪市駐在に在籍され、多大な労力を要するこの調査に従事された方々に敬意を表したい。

参考文献

- 1) 藤田修造、山本和久、岩崎誠二、高橋正昭、畑中幸市：内湾環境保全に関する調査、三重県環境科学センター研究報告、16、107-113(1996)
- 2) 岩崎誠二、山本和久、地主昭博、高橋正昭、畑中幸市：内湾環境保全に関する調査(第2報)、三重県環境科学センター研究報告、17、55-59(1997)
- 3) 地主昭博、山本和久、岩崎誠二、松岡行利、高橋正昭：内湾環境保全に関する調査(第3報)、三重県環境科学センター研究報告、18、59-63(1997)
- 4) 津地方气象台：三重県気象月報(1994-1998)
- 5) 佐藤聡美、斉藤茂、山田光一：福島市における酸性雨の状況について、第13回全国環境・公害研究所交流シンポジウム予稿集、pp.11-16(1998)
- 6) 中曽根英雄、黒田久雄、久保田健蔵：地形連鎖と水田灌漑を有する農業集水域から流出する水質の特徴について、水環境学会誌、19、56-62(1996)
- 7) 富野隆生、吉岡龍馬：びわ湖流入河川水における窒素および燐栄養塩の季節変化、三重大学環境科学研究紀要、12、3-10(1988)
- 8) 安田雅直、塚田進、栢原直重、金丸豪、須藤輝行、前川徳昭：河川水中の窒素・リン化合物の形態別分析調査について、三重県環境科学センター研究報告、5、16-20(1984)
- 9) 森和紀：降水量と蒸発散量の分布からみた木曾・長良・揖斐三河川の流出特性、三重大学環境科学研究紀要、13、27-35(1989)
- 10) 中曽根英雄、黒田久雄、渡辺政子、田淵俊雄：ため池の窒素・リン濃度と集水域の土地利用、水環境学会誌、21、83-87(1998)
- 11) 田淵俊雄、高村義親：集水域からの窒素・リンの流出、pp.13-14 他、東京大学出版会(1985)
- 12) 環境庁：環境影響評価における原単位の整備に関する調査報告 []、官公庁公害専門資料、31、1-40(1996)
- 13) 三重県：英虞湾地域流域別下水道整備総合計画、pp.60(1994)
- 14) 天野亘康、小林利行、河口直樹、松岡行利、白井宣一郎、藤田修造、金丸豪：河床堆積物に関する基礎的研究(第1報)、三重県環境科学センター研究報告、15、47-55(1995)

Study of Water Quality Control in Enclosed Bays

JINUSHI Akihiro, IWASAKI Seiji and MATSUI Takayoshi

This survey was conducted to measure the nitrogen and phosphorus load in some of the rivers that flow into enclosed bays in the Naiseishima area. The urban rivers had high concentrations of nitrogen and phosphorus, and demonstrated different seasonal changes than the rural rivers. These findings indicate that the use of watershed land influences the nitrogen and phosphorus load in this area. Rural rivers that have low concentrations of nitrogen and phosphorus did not demonstrate as close a correlation between watershed land use and nitrogen and phosphorus load. In such rivers, rainfall plays a role in influencing nitrogen and phosphorus loads. The results of this study also suggested the importance of measuring discharge not only in the surface flow under normal conditions but also in the rushing flow during heavy rain and in the subsurface flow.