

北海道大学大学院工学研究科 学生会員 山田俊郎

同上 杉山直樹

同上 正会員 橘 治国

1. はじめに 森林集水域は水環境における水循環の最上部に位置していることが多く、水質成分の大きな供給源である。下流の閉鎖性水域への影響を考えると、広大な非特定汚染源である森林集水域からの流出負荷の把握が必要である。本研究では水環境保全の上で重要な栄養塩を中心に、特に多量の負荷が発生する降雨時にも調査を行い、その流出特性を明らかにすることを目的とした。また流況の異なる隣接した集水域を同時に調査し、栄養塩流出に対する植生や表層土壌の管理状態などの森林状況の影響についても検討した。

2. 調査対象水域の概況 北海道恵庭市西部に位置する漁川ダムに流入する漁川、ラルマナイ川、イチャンコッペ川、モイチャン川の、集水域が隣接する4河川を調査対象とした（図1）。表1に各河川の諸元を示す。これらの集水域はすべて原生林と人工林が繁茂する林野で、表層土壌は森林褐色土と黒ボク土で占められている。

3. 調査方法 （1）定期採水： 森林河川水質の把握のため、前述の4河川を対象に1997年5月～11月まで約2週間間隔で計13回の採水を行った。（2）日採水： 森林河川からの水質成分流出特性把握のため、漁川とモイチャン川を対象として1997年6月20日～同年10月29日まで、0時を定時として自動採水機（ISCO 3700型）により一日一度の連続採水を行った。

（3）降雨時採水： 降雨時の流出特性把握のため、漁川、モイチャン川において1997年6月～9月の降雨時に1～2時間間隔で自動採水器による連続採水を計5回行った。

4. 結果の要約 **4.1 4河川の水質** 調査対象とした4河川の平水時における水質成分濃度は、都市内河川や農地内河川に比べて低い値を示すが、全窒素濃度は0.2mg/l～0.3mg/l、全リン濃度は0.01mg/l～0.02mg/lで、富栄養化など水環境への影響を無視できないレベルにあるといえる。平水時は窒素成分、リン成分ともに溶解態成分が大部分を占める。窒素成分濃度の変動が河川によって異なるなど、河川間に水質の差が認められた。定期採水から得られた水質データをもとに、主成分分析を行った（図2）。4河川の水質は、

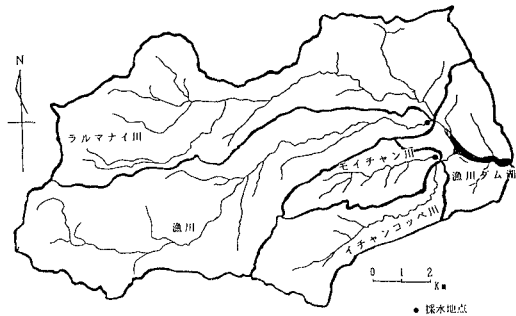


図1 調査対象水域

表1 調査対象河川の諸元

	漁川	ラルマナイ川	イチャンコッペ川	モイチャン川
集水面積 km ²	40.2	39.8	14.8	8.1
流路長 km	18.6	15.1	9.5	7.5
平水量 m ³ /s	3.8	3.2	0.9	0.5

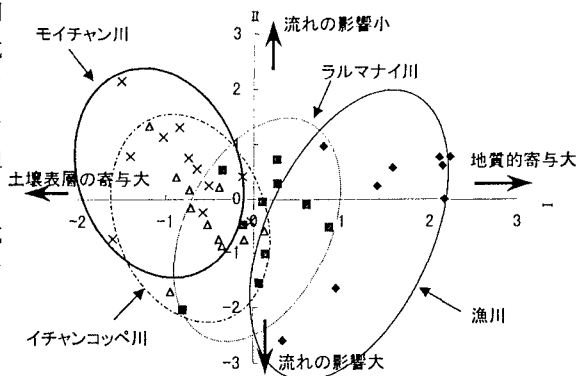


図2 主成分得点による布置図

流出負荷 森林集水域 栄養塩類

水質形成において影響を受けている場所の違いや水の流れからの影響の程度、土壌との接触の程度に分類することができた。それらは流域での土壌の状態を示すと考えることができ、モイチャン川流域の森林土壌の状態が最もよいといえる。森林の状態、特に土壌の状態によって河川水質が左右されると思われる。

4. 2 栄養塩負荷流出 夏季に行

った日採水の結果、森林河川において栄養塩はほかの溶存態無機成分比較して変動しやすい成分であり、その変動の大きさは河川によって異なるという特徴が見られる。水質成分濃度とそれに対応した日の日平均比流量を掛けあわせ、一日あたりの量に換算したものをその日の比水質成分流出負荷量として求め（表2）、平水時と洪水時におけるそれぞれの比水質成分流出負荷量の差異を検討した。森林河川からは洪水時において平水時の2倍以上の栄養塩負荷を流出しているが、それぞれの成分によってその流出量や洪水による発生負荷量の変動が異なり、また地域的な差異も認められる。

4. 3 降雨時の栄養塩流出特性

今回の調査では降雨時の全窒素や全リンの濃度はおもに懸濁態成分濃度に支配されているが、降雨強度やその時の土壌の状態によってはその流出パターンや濃度レベルが異なることが示唆された。降雨時における栄養塩流出特性を見るために単位面積当たりの流量（Q）と単位面積当たりの水質成分流出負荷量の関係を $L = c \times Q^n$ で整理したものを表3に示す（Rは相関係数）。窒素成分に関しては、流出負荷量と流量との間に相関が

認められ、洗い出しの傾向（ $n > 1$ ）が見られる。リンに関しては、懸濁態成分は洗い出しの傾向を示し、溶存態の流出特性は懸濁態とは異なることがわかる。降雨ごとに流出特性を見ると、同一成分においても降雨ごとに流出特性が変化しており、土壌の状態が流出に影響していると考えられる。

5. 結論 北海道漁川ダム集水域の森林河川の栄養塩流出は気象条件や流域の状況によって異なることがわかった。また、栄養塩の成分ごとにその流出特性が異なり、これらは流域内の土壌の状態と密接な関係があることが示唆された。今後はこれら栄養塩成分の流出のメカニズムについて明らかにしていきたい。本研究の遂行に多大な協力を頂いた北海道開発局漁川ダム管理所西村所長はじめ多くの方々に感謝いたします。

表2 夏季の日平均流出負荷量

		平水時				洪水時			
		漁川		モイチャン川		漁川		モイチャン川	
		標本数	平均値	標本数	平均値	標本数	平均値	標本数	平均値
流量	m ³ /d/km ²	26	6000	27	3954	15	15026	16	7742
TN	kg/day/km ²	26	1.26	27	0.96	16	4.03	16	2.39
DN	kg/day/km ²	26	0.75	27	0.67	16	3.17	16	1.65
PN	kg/day/km ²	26	0.51	27	0.30	16	0.86	16	0.66
NO ₃ ⁻ -N	kg/day/km ²	26	0.02	27	0.02	16	0.02	16	0.01
NO ₂ ⁻ -N	kg/day/km ²	26	0.29	27	0.35	16	1.77	16	0.99
NH ₄ ⁺ -N	kg/day/km ²	22	0.10	27	0.07	16	0.17	16	0.10
TIN	kg/day/km ²	26	0.39	27	0.45	16	1.96	16	1.11
DON	kg/day/km ²	26	0.36	25	0.27	16	1.21	16	0.54
TON	kg/day/km ²	26	0.87	25	0.47	16	2.06	16	1.29
TP	kg/day/km ²	19	0.09	20	0.11	16	0.23	16	0.18
DP	kg/day/km ²	14	0.02	20	0.06	16	0.08	16	0.11
PP	kg/day/km ²	19	0.07	20	0.05	16	0.15	16	0.08
PO ₄ ³⁻ -P	kg/day/km ²	26	0.01	27	0.03	16	0.05	16	0.07
4.3Bx	kg/day/km ²	26	2.5	27	1.8	16	5.5	16	2.8
SiO ₂	kg/day/km ²	19	173	20	134	16	350	16	217
Cl ⁻	kg/day/km ²	19	20	20	16	16	49	16	31
SO ₄ ²⁻	kg/day/km ²	19	86	20	21	16	192	16	37
Na ⁺	kg/day/km ²	19	31	20	25	16	69	16	45
K ⁺	kg/day/km ²	19	6.5	20	5.2	16	13.5	16	9.8
Ca ²⁺	kg/day/km ²	19	54	20	19	16	119	16	33
Mg ²⁺	kg/day/km ²	19	10	20	4	16	24	16	8
TOC	kg/day/km ²	19	9.0	20	6.8	16	21.3	16	14.6
DOC	kg/day/km ²	19	5.6	20	3.9	16	15.9	16	9.7
POC	kg/day/km ²	19	3.3	20	2.9	16	5.4	16	4.9
SS	kg/day/km ²	26	132	23	69	15	830	15	145
Chl-a	g/day/km ²	26	7.3	27	2.2	16	6.6	16	2.4
Pheo-a	g/day/km ²	26	14	27	4	16	13	16	5

表3 比流量(Q)と比流出負荷量(L)の関係

	n		c		R	
	漁川	モイチャン川	漁川	モイチャン川	漁川	モイチャン川
TN	1.6	1.7	0.68	0.13	0.93	0.94
DN	1.4	1.4	0.33	0.60	0.90	0.93
PN	1.9	2.0	0.31	0.55	0.75	0.74
NO ₃ ⁻ -N	1.8	1.5	0.34	0.39	0.87	0.95
NH ₄ ⁺ -N	1.1	1.3	0.01	0.03	0.66	0.72
TIN	1.6	1.5	0.32	0.42	0.89	0.95
DON	1.0	1.5	0.04	0.22	0.56	0.68
TP	1.8	1.8	0.07	0.16	0.82	0.87
DP	1.1	0.7	0.005	0.006	0.76	0.87
PP	2.0	2.2	0.06	0.21	0.75	0.82
RP	0.8	0.8	0.002	0.004	0.55	0.44