

## 農業地域を流れる小河川の水質変化\*1

大村 邦男\*2 黒川 春一\*3

農業地域を流れる小河川を対象に、水質の年間変動を調べ、その変動要因について検討した。①流量は融雪期に最大値を示し、夏期以降はほぼ降水量に対応した。また、水質は流量に左右され、その影響の表われ方には成分ごとに特徴が認められた。②増水期には懸濁態成分の割合が高く、濁水期には溶存態成分の割合が高かった。窒素は全体の約7割が溶存態で占められ、 $\text{NO}_x\text{-N}$ は高温期に、 $\text{NH}_4\text{-N}$ は低温期に多い傾向がみられた。一方、リンは懸濁態が約6割を占め、粒子態による移動が主体であることを裏付けた。③降雨によって懸濁態各成分が上昇する反面、増水に伴う希釈効果で塩類濃度の低下が認められた。また、流量とSS、COD、T-N、T-Pとの間には正の、流量とECとの間には負の相関関係が示された。④河川の流程変化は流量及び河岸構造の影響を受け、自然河川では懸濁態成分の変動が顕著であるのに対し、改修河川では同成分による流程変化は小さかった。

### I 緒 言

近年、各地の閉鎖系水域で栄養塩類の増加が認められ、富栄養化に伴う水生プランクトンの異常繁殖等が問題になっている。その具体的な例として、アオコや赤潮の発生による水産被害、上水道の異臭問題や産業用水のろ過障害などが知られており<sup>1)</sup>、社会生活に間接的な影響を及ぼしている。

水域に流入する栄養塩類の発生源の中で人為的なものとしては、生活排水、工場排水、農業排水が挙げられる。このうち、農業系内から発生する主なものには、施肥及び畜産施設に基づく排水が考えられる。これら農業排水に伴う流出負荷は、河川を經由して水域に達することから、当該排水による水質汚濁の実態を知るためには、まず、農業地域を流れる河川の水質変化を把握する必要がある。

1990年8月26日受理

\*1 酪農地帯における肥料成分の流出と水質保全(第2報)。本報の1部は、1988年日本土壤肥料学会北海道支部会で発表した。

\*2 北海道立中央農業試験場(現、北海道立天北農業試験場)、098-57 枝幸郡浜頓別町

\*3 同上(現電気化学工業株式会社、石灰普及会。060。札幌市中央区)

そこで、本調査では畑作及び酪農を営む農村集落を対象に、河川周辺の概況調査を行うと共に、水質の季節変化、流程変化等について検討を行った。

### II 試験方法

#### 1. 河川周辺の概況調査

調査対象地域の地形、気象について概往の資料<sup>2)</sup>を整理すると共に、土壌断面、土性及び土地利用に関する調査を行った。

#### 2. 河川調査

千歳市南東部を流れる遠浅川支流の小河川を対象に流量及び水質に関する調査を行った。流量は流速と断面積から求める流速計測法<sup>17)</sup>によって求めた。水質調査は現場で水温及びpHを計ると共に、溶存酸素濃度(DO)を測定するための前処理を行った。また、ポリ瓶に密封して持ち帰った試水について、懸濁物質(SS)、化学的酸素要求量(COD)、EC、T-N、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、T-P、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 等を日本工業規格、排水試験方法<sup>3)</sup>に準じて分析した。

なお、調査は1983年から1985年にかけて行ったものであるが、1部1986年と1987年の2カ年に行った補足調査のデータも含めて考察した。



表2 調査河川及びその他河川(十勝, 上川, 空知)の水質

地点	成分 項目	pH	DO (ppm)	SS (ppm)	COD (ppm)	EC (mS/cm)	T-N (ppm)	T-P (ppm)	Cl (ppm)	SO <sub>4</sub> -S (ppm)	K (ppm)	Na (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)
		調査河川 (n=37)	平均値	7.0	9.4	25	6.2	0.086	0.78	0.065	6.34	2.44	2.09	7.30
	標準偏差	0.1	0.9	39	3.8	0.011	0.47	0.058	0.88	0.52	0.56	1.24	0.78	0.33
	CV(%)	2	10	158	61	13	60	89	14	21	27	17	33	18
その他の 河川 (n=45)	平均値	6.9	9.1	48	5.5	0.100	1.56	0.064	6.38	4.83	2.04	5.12	4.03	2.58
	標準偏差	0.4	1.2	111	4.1	0.053	1.79	0.081	3.35	5.26	2.40	2.60	2.58	2.00
	最小値	5.8	5.9	—	1.0	0.030	0.08	0.004	1.52	0.67	0.19	2.00	1.00	0.49
	最大値	8.4	11.5	572	22.1	0.320	7.31	0.407	22.31	38.27	19.62	15.36	15.00	12.57

調査河川の各成分の平均値は、pH 7.0、DO 9.4 ppm、SS 25 ppm、COD 6.2 ppm、EC 0.086 mS/cm、T-N 0.78 ppm、T-P 0.065 ppm、CL 6.34 ppm、SO<sub>4</sub>-S 2.44 ppm、K 2.09 ppm、Na 7.30 ppm、Ca 2.36 ppm、Mg 1.81 ppmで、変動幅の大きい成分としてSS、COD、T-N、T-Pが挙げられた。これら変動の大きかった成分も含めて、各成分とも他の地域を流れる河川の成分値の範囲内にあり、調査河川が道内の農業地帯を流れる標準的な河川であることを表した。また、各成分について平均値を比較すると、SSをはじめとする多くの成分で低い傾向がみられ、当該河川が比較的清澈な川であることを示した。

次に、1984年に行った調査結果に基づいて、調査河川の年間推移をみた(図-2)。

流量は早春の融雪期に高い値を示すと共に、降雨による影響を受けた。しかし、その流量変化は単に降水量の多少だけではなく、降水のパターンによって異なるものと推察された<sup>12)</sup>。その中でもっとも変動の大きかったのはSSで、流量の多少にほぼ対応しており、COD及びT-Pは早春に高かったが、夏期間は比較的安定した低い値で経過した。

なお、これら成分の変化には地点による差が認められ、下流では上流に比べて成分値が高いうえにその変動も大きく、流域からの負荷が予想された。

このように、水質の推移には季節変化と共に気象及び流下過程における負荷の内容が影響しており、成分間の違いも認められた。そこで、水質変動をもたらす主要因を項目別に取り上げて検討した。

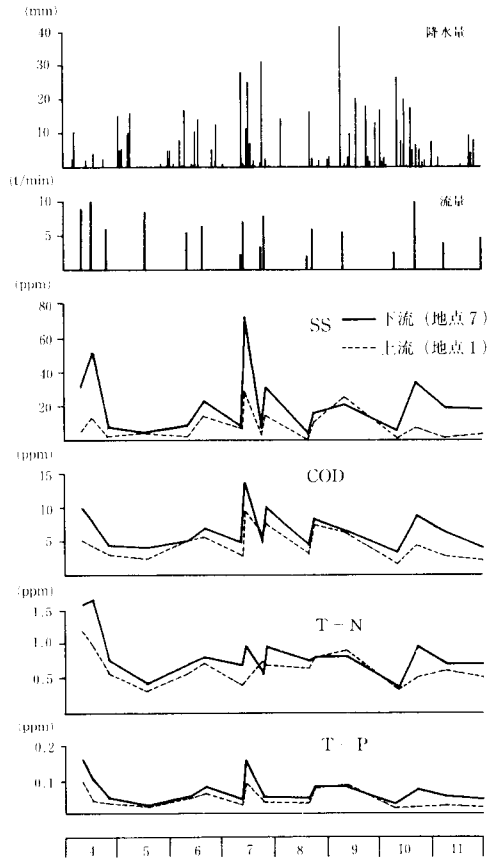


図2 調査河川の流量及び水質の年間推移(1984年)

### 3. 河川水質の季節変化

河川水質の季節変化をみるために各成分ごとに月別平均値を(表-3)、また、主な成分については平均値とその標準偏差を示した(図-3)。

季節変化には各成分ごとに特徴がみられ<sup>4)</sup>、DOは早春及び秋期に高く、夏期の高温時には低い傾向を示した。また、SSをはじめCOD、T-N、T-Pは早春に著しく高く、夏から秋にかけては低い傾向がみられた。すなわち、DOの変化は水温の高

表3 調査河川における水質の月別平均値 (n=19~100)

月	成分	水温 (°C)	DO (ppm)	SS (ppm)	COD (ppm)	EC (mS/cm)	T-N (ppm)	T-P (ppm)	CI (ppm)
3		2.0	-	96	10.7	0.090	1.70	0.186	2.61
4		6.0	10.3	56	9.1	0.072	1.11	0.110	2.45
5		11.0	10.0	11	4.5	0.073	0.59	0.042	2.11
6		13.4	9.1	12	4.9	0.089	0.68	0.046	2.80
7		15.3	8.6	18	6.6	0.089	0.64	0.061	2.71
8		17.2	8.5	12	6.1	0.093	0.69	0.058	2.41
9		12.2	9.2	19	4.6	0.086	0.67	0.052	2.24
10		7.1	9.5	10	4.4	0.093	0.62	0.037	2.12
11		2.8	10.2	9	3.6	0.085	0.52	0.028	2.02

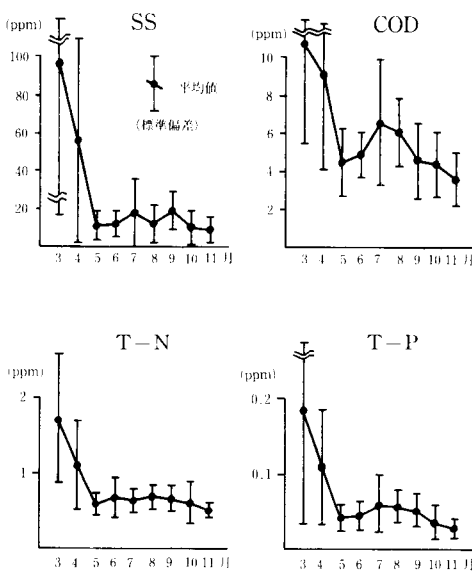


図3 調査河川の水質変動と月別変化

低による影響を反映しており、SSを始めとする他の成分は流量の多少に左右されるものと思われた。この中で、SSとCOD、T-Pの変化はほぼ対応しており、COD及びT-Pが主としてSSに由来していることが示唆された。

なお、CODは夏期間においてもやや高く、河川及びその周辺の生物活動による影響も予想された。

一方、T-Nは上述の3成分に比べると早春の変化は小さく、その後の変化も僅かであった。このような成分間の季節変動の違いは、各々の成分が懸濁態と溶存態の何れを主体にするかによって異なるものと推察された。

そこで、各時期別にCOD、T-N、T-Pの形態別割合について検討を行った(図-4)。各成分の

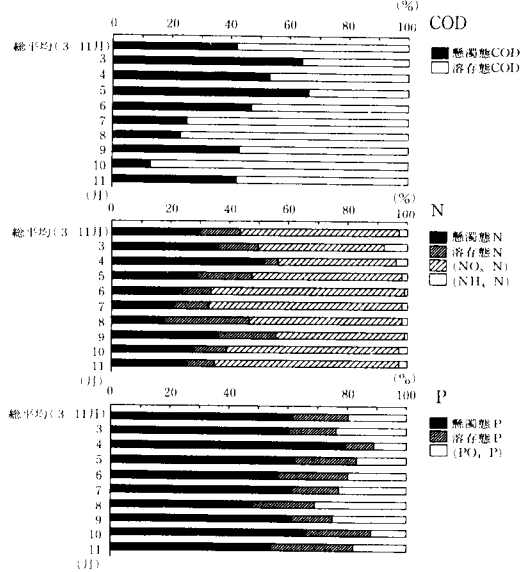


図4 水質成分の形態別構成割合 (n = 7~95)

形態は、懸濁態と溶存態に分け、さらに、Nは溶存態のNO<sub>x</sub>-N (NO<sub>3</sub>-N+NO<sub>2</sub>-N)とNH<sub>4</sub>-Nを、PについてはPO<sub>4</sub>-Pの割合を示した。

CODは年間を通した平均値でみると懸濁態42%、溶存態58%で、その構成割合は季節による変化が著しかった。これを月別にみると、3月~6月の春期には全体の半分以上が懸濁態であるに対し、7月以降は溶存態が多く、10月には溶存態が80%以上を占めた。春期の懸濁態成分は融雪水に伴う地表の蓄積汚濁物質の河川への流入や風塵によるものとみられ、夏期以降の溶存態部分は生物体に基づく炭水化物やタンパク質等の有機物によるもの<sup>5)</sup>と推察された。

Nは懸濁態が30%、溶存態70%を占め、そのう

ち  $\text{NO}_x\text{-N}$  が 53% と最も多く、 $\text{NH}_4\text{-N}$  は 3% に過ぎなかった。懸濁態 N は融雪期の 3 月～4 月及び降雨の多かった 9 月に高く、 $\text{NO}_x\text{-N}$  は夏から秋にかけて高い割合を示した。また、 $\text{NH}_4\text{-N}$  は早春に高く、晩秋にもやや高まる傾向がみられた。これらの推移を総合して考えると、懸濁態 N は融雪、降水に伴って発生し、 $\text{NO}_x\text{-N}$  は硝酸化成の盛んな高温期に、 $\text{NH}_4\text{-N}$  は当反応が低調な低温期に相対的に高まったものとみられる。

P は懸濁態 61%、溶存態が 39% 占め、そのうちの 20% が  $\text{PO}_4\text{-P}$  であった。懸濁態 P は年間を通して構成割合が高く、なかでも 4 月には特異的な値を (約 80%) を示した。当時期は融雪が最も盛んなときで、表面流去水による粒子態 P の移動が盛んなためと考えられた。

一方、 $\text{PO}_4\text{-P}$  の変化は小さかったが、夏期にやや高まる傾向にあり、先に述べた COD や  $\text{NO}_x\text{-N}$  と同様に河川周辺の生物活動による影響が予想された。

以上、COD、N、P の各形態について検討した結果、懸濁態の割合は  $\text{P} > \text{COD} > \text{N}$  で、P は SS に基づく粒子態のものが多く、N は溶存態中の  $\text{NO}_x\text{-N}$  の占める割合が高かった。これら成分の季節変化には幾つかの共通点がみられ、融雪期及び多雨期には懸濁態が、また、夏期間は溶存態成分の割合が高く、降水による影響とともに河川周辺の生物系の代謝に伴う間接的な影響が考えられた。

表 4 流量変動に伴う水質成分の変化

成分 流量 (t/min)	SS (ppm)	COD (ppm)	EC (mS/cm)	T-N (ppm)	T-P (ppm)	Cl (ppm)
～ 2.4 (n=21)	7.3 67	3.9 22	0.097 5	0.64 21	0.040 35	7.41 5
2.5～ 4.9 (n=69)	11.8 168	4.5 53	0.093 10	0.63 51	0.039 82	6.44 8
5.0～ 7.4 (n=82)	16.1 89	5.6 48	0.085 9	0.69 33	0.057 56	6.27 16
7.5～ 9.9 (n=62)	28.1 114	7.2 49	0.084 12	0.91 45	0.077 70	6.23 13
10.0～19.9 (n=55)	43.5 218	7.1 60	0.076 12	0.98 76	0.107 112	5.97 12
20.0～ (n=70)	83.3 73	11.8 48	0.068 6	1.30 56	0.138 62	5.96 9

上段は濃度の平均値、下段は変異係数 (CV%) を示す。

#### 4. 降雨に伴う水質の変動

次に、短期間に流量変化をもたらす要因として、降雨による影響が挙げられる。

降雨前後の河川水質の変化は、懸濁態成分を中心に認められ、特に、SS、T-P の上昇が著しい。このような変化は、降水による表面流去水の流入と共に、増水に伴う河川底質の攪乱によってもたらされるものと思われる。

流量階層別に水質を比較してみると (表-4)、SS、COD、T-P、T-P は流量の増加に伴って高まっており、各成分とも流量を反映した。しかし、EC、Cl は逆の傾向を示しており、希釈効果<sup>6)</sup>による濃度の低下が認められた。

各成分ごとに流量との相関関係をみると (図-5)、両者間には SS で 0.759、COD 0.719、T-N 0.607、T-P 0.688 の高い正の相関が、また、EC では 2 次曲線で -0.760 の負の相関を表し、河川の流量と各成分との関連性が示された。

なお、EC を除く各成分で流量が多いときほど変動が大きくなる傾向が認められたが、これは主に融雪期の結果を表しているものと考えられた。融雪期における流量と水質変化の関連性については必ずしも一定の傾向を示さず、幾つかのパターンに分かれるものと予想されるが、この点については、別報で述べることにする。

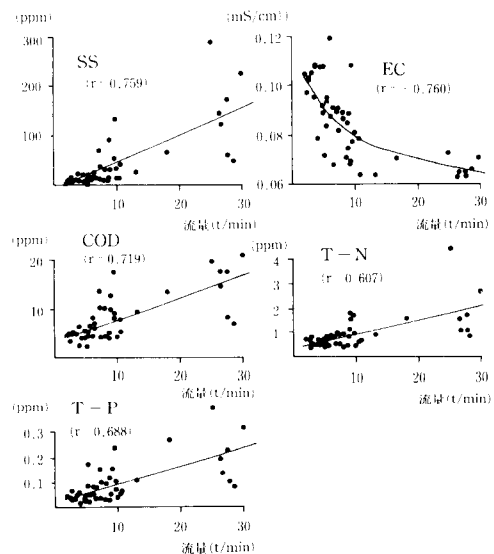


図 5 流量と各成分濃度の関連性

表5 河川水質の地点別平均値 (n=19)

河川	成分	SS	COD	EC	T-N	T-P	Cl
	地点	(ppm)	(ppm)	(mS/cm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)
調査河川	1	21.1	5.92	0.076	0.67(0.49)	0.050(0.015)	6.00
	2	25.9	6.45	0.078	0.79(0.50)	0.059(0.017)	6.01
	3	37.8	7.81	0.077	0.82(0.52)	0.073(0.017)	6.03
	4	42.8	8.25	0.077	0.89(0.53)	0.086(0.019)	5.98
	5	51.5	9.14	0.077	0.98(0.52)	0.098(0.019)	5.94
	6	49.6	9.20	0.077	0.93(0.51)	0.099(0.019)	5.95
	7	60.7	9.34	0.077	0.95(0.50)	0.102(0.019)	5.96
対照河川	8	11.8	5.43	0.055	0.35	0.022	5.12
	9	11.7	5.60	0.055	0.32	0.020	5.10
	10	12.8	5.75	0.055	0.32	0.021	5.08
	11	14.7	5.77	0.056	0.33	0.027	5.03
合流後河川	12	64.6	8.80	0.062	0.82	0.101	5.38
	13	68.2	8.37	0.064	0.83	0.100	5.44
	14	36.9	7.72	0.063	0.66	0.077	5.45
	15	19.9	6.76	0.065	0.60	0.047	5.60
	16	11.5	4.97	0.071	1.07	0.034	6.06

表中( )内は溶存態成分の値。

5. 流下に伴う水質の変動

流下過程における水質の変動をみるために、調査河川(地点1~7)、対照河川(地点8~11)、合流後の河川(地点12~16)に分けて各成分値を示した(表-5)。

なお、対照河川周辺の土地利用、農家数とも調査河川とほぼ同等で、営農条件は同一とみなされた。

調査河川と対照河川では明らかな差が認められ、前者ではSSを始めCOD、T-N、T-Pの上昇が大きく、流下過程における周辺からの負荷が考えられた。これらの変化は溶存態成分ではほとんどみられず、調査河川における汚濁の大部分が懸濁態によることを表した。

一方、流下距離が調査河川と同程度の対照河川では、各成分の変化が小さく、両河川の河岸構造の違いによる差が示された。これらの河川は地点⑫で合流しているが、合流点及びその直下の地点⑬では底質の巻き上げ<sup>7)</sup>による汚濁が著しかった。しかし、その後地点⑭~⑯へと流下するにつれてSSを中心とした成分は低減する傾向がみられ、懸濁態成分の沈降による浄化が認められた。

また、調査河川について1984年の調査結果を基に増水時と増水時に分けて流程変化をみたところ

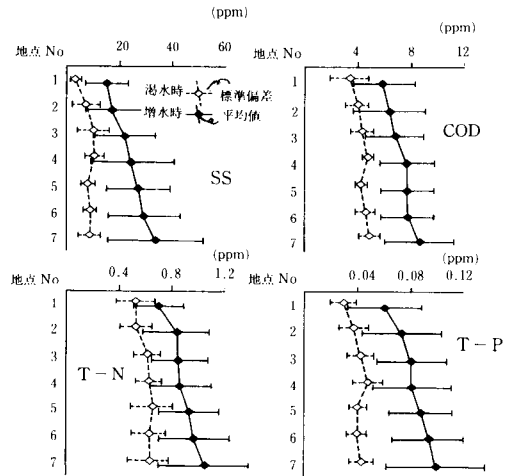


図6 河川の水量が流程変化に及ぼす影響(1984年)

(図-6)、増水期の流程変化は大きく、当時期を中心に河川周辺から負荷がもたらされていることを示した。

なお、地点④~⑤では増水時に各成分が一時的に低下し、増水時にはSSを中心成分上昇が認められたが、これは当該地点に存在する停滞水域による影響と思われた。

当現象は、停滞水域における汚濁負荷の保留<sup>18)</sup>と放出の機構を表しているものと考えられた。

以上、河川の流程変化は河岸構造及び流量によって傾向を異にした。すなわち、調査河川では流下に伴って懸濁態成分を中心とした上昇が認められ、当現象は増水時に拡大する傾向を表した。

一方、改修河川では全般に成分値が低いうえに変動は僅かで、流程変化は小さかった。

IV 考察

水質汚濁に関する公害問題の発生は古くから知られており、その歴史は明治時代に遡る。その後一時的な停滞期はあったものの、鉱工業の発展に伴って排出される有害物質による被害が頻発した。なかでも、昭和30年代には水俣病やイタイイタイ病に代表される健康被害が社会問題となり、昭和40年代にはこれら公害問題に係る規制の強化が行われるようになった。このため、いわゆる産業型の公害問題は急速に改善が進められてきた<sup>8)</sup>。

一方、それに代って、昭和20年代の半ばから潜

的に認められていた富栄養化に関する公害問題が表面化するようになってきた。富栄養化をもたらす栄養塩類は、主として河川を經由して閉鎖系水域に供給されるものとみられ、その発生源は多種多様にわたっている。その中で、栄養塩類を多量に含んでいる肥料成分が発生源の1つとして注目されている。

このような背景から、本試験では各種営農活動に伴う栄養塩類の流出実態を把握するのに先立って、農業地域を流れる小河水質変化の特徴を見い出そうとした。

調査河川は道央の丘陵地に源を発する小河川で、林地を迂回した後農耕地へと流れ、随所に停滞水域が認められる。そのため、平常時には道内の農業地帯を流れる河川に比べると、清澄ではあるが、融雪時や大量の降雨があった時には懸濁態を中心とした汚濁が著しい。

道内の日本海側に面した多雪地帯では、河川に対する水供給の大半が早春の融雪時に集中しており、当該時期の水質汚濁が最大になるものと考えられる。その中で特に顕著な変化を表す懸濁物質(SS)<sup>9)</sup>は、融雪時と共に夏から秋にかけての多雨時期に多く、渇水期の5～6月及び晩秋は少なかった。懸濁物質は主に表面流去水によってもたらされ、これに流量増加に伴う底質の巻き上げによる汚濁が加わる。その内容は、補足調査の結果から、当該濃度が最も高かった融雪時においても強熱減量は2割以下で、大半が土壌粒子等によって占められていることがわかった。

化学的酸素要求量(COD)は、5～6月、10月～11月の低温期に低く、夏期間は比較的高いことから、窒素と同様に高温期における生物系の代謝が影響しているものと推察された。CODの内容は、春先には表面流去に伴って移動する土壌粒子などに基づく懸濁態のものが多く、夏以降は生物体を構成する成分に基づく溶存態の割合が高まっており、季節による特徴<sup>9)</sup>が認められた。

窒素はNO<sub>x</sub>-N(硝酸態窒素NO<sub>3</sub>-N+亜硝酸態窒素NO<sub>2</sub>-N)が主体を占めており、CODやリンに比べると懸濁態成分の割合が少なく<sup>10)11)</sup>、窒素の移動は土壌浸透水によるものが主体と考えられた。

なお、早春に河川へ流入してくるNO<sub>x</sub>-Nは、前年に硝酸化成され、土壌に残存していたもので、

前年の晩秋以降土壌に吸着されていたNH<sub>4</sub>-Nの一部とともに融雪に伴って移動したものと思われる。

一方、リンの季節変化は懸濁物質に対応しており、その内容も年間を通して懸濁態成分が大半を占めていた<sup>10)11)</sup>。すなわち、リンの流入は主に表面流去水によるものであり、土壌等に固定されたものが粒子態として河川に流れこみ、水質に影響をもたらしているものと推察された。

以上述べてきた河川水質の季節変化は、毎年繰り返されているもので、本調査における年間推移は標準的なパターンと考えられた。

次に、短期間に水質変化をもたらす要因として降雨による影響が挙げられるが、当変化は降雨の強度や間隔、及び先行降雨の有無によって傾向を異にした。

河川の流量及び成分値は、晴天期間が長く続いたときに安定した低い値を示す。しかし、その後強度の降雨があった場合には、懸濁物質を始めとする成分値の上昇が著しく<sup>13)</sup>、その変動も大きい。これは、晴天期間に蓄積されていた負荷源が河川へ流入したことによるもので、融雪期における水質変化の現われ方と類似していた。

一方、連続して降雨があった場合には、最初の降雨による水質変化が大きいものに対して、後続する降雨に伴う変化は小さかった。これは、最初の降雨により地表の掃浄効果<sup>4)14)</sup>がもたらされたためと推察された。

また、降雨に伴う水質成分の変化は<sup>9)10)12)15)</sup>その特徴から2つのグループに分けられた。1つは、懸濁物質(SS)及び懸濁態が主体のリンで、これらは初期流出時に最高値を示すと共にその変化が大きい。もう1つは、溶存態の割合が高い窒素で、降雨後一定の時間を経過した後最高値を示し<sup>16)</sup>、その変化は前者に比べると緩慢である。

なお、CODは一定の傾向を示さず、さらにその内容を含めた検討が必要と考えられた。

成分ごとの特徴は流量と各成分間の相関関係にも認められ、懸濁物質>COD>リン>窒素の順に相関が高く、窒素を除く3成分の濃度の上昇は流量増加を強く反映した。また、電気伝導度(EC)は、流量増加に反比例した2次曲線で表され、河川周辺からの塩類の流出量がほぼ一定であることを示唆した。

河川の流下過程における水質変化は降雨時を中心に強く現われた。特に、調査河川では下流に向かって各成分濃度の上昇が認められ、河川周辺からの汚濁負荷の流入が予想された。これに対して、隣接する改修河川の水質変化は小さく、調査河川の流程変化の主体が表面流出による懸濁態成分によるものであることを表した。

なお、調査河川の中流にある停滞水域では、渇水時と増水時で成分変化に異なる傾向がみられた。当水域では渇水時に成分濃度が低下する反面、増水時に濃度の上昇が顕著で、停滞水域における汚濁物質の保留<sup>14)</sup>と底質攪乱による蓄積負荷の放出が示唆された。

一方、底質が巻き上げられた後の懸濁態成分の沈降による浄化<sup>14)</sup>は、比較的短距離で進行しており、調査河川と対照河川が合流した地点から1.8 km 下流では成分値が合流地点の2割以下となった。しかし、懸濁態成分の割合が少ない窒素においては低下割合が小さく、河川上流における水質の変化が、リンのように懸濁態を主体としたものに比べると長距離に及ぶものと考えられた。

以上、農業地域を流れる小河川の水質変化は、降雪、降雨による影響を受けるが、特に、融雪期の表面流水による汚濁源の搬送による影響が大きいと考えられた。また、流量増加に伴う水質変動には成分によって違いが認められ、リンは懸濁態が中心で、窒素は溶存態が中心の動態を表すものと推察された。

なお、調査河川における流程変化からみて、小河川の汚濁原因の1つに営農活動による影響も予想された。

**謝 辞** 本稿を提出するにあたってご指導、校閲をいただいた元環境資源部長、大崎玄佐雄氏(現、天北農試場長)、環境資源部長、菊地晃二氏、生物工学部長、関谷長昭氏、さらに、本試験の遂行に当たって協力をいただいた環境保全科科长、土居晃郎氏をはじめ研究員諸氏に対し厚く感謝の意を表する。

## 引用文献

- 1) 片山 徹, "富栄養化対策とその課題", 公害と対策, 14, 975-980(1978).
- 2) 農林水産省種苗管理センター胆振農場, "気象表", (1983-1985).
- 3) 日本工業標準調査会, "工場排水試験方法", 日本規格協会, (1981).
- 4) 市川 新, "都市河川の環境科学", 培風館, 1980, p.39-42, p.204-215.
- 5) 坂田泰一, 青井孝夫, 村田清康, 近藤秀治, 日野修次, 小西一夫, "富栄養化に関する研究, 網走湖のCODについて, 水質汚濁に関する研究集報, 14, 32-45(1986).
- 6) 小川 進, 和泉 清, "都市河川の洪水時の水質特性", 水質汚濁学会講演集, 22, 35-36(1988).
- 7) 滝 和夫, 岡 正義, "河川底質の巻き上げ現象", 水質汚濁学会講演集, 16, 184-185(1982).
- 8) 松村 隆, "水質保全対策の推移", 公害と対策, 14, 710-721(1978).
- 9) 中曾根秀雄, 中村良太, "降水時における水質変動と烏川の水質変動と汚濁負荷量の流出について", 農業土木学会論文集, 111, 35-42 (1984).
- 10) 鈴木誠治, 田淵俊雄, "農業地域の小河川における流出負荷量の季節変化と年間総量について", 農業土木学会論文集, 114, 33-36 (1984).
- 11) 堤 充紀, 笠井和平, 飛田修作, 長田照子, "富士川水系の水質特性", 用水と廃水, 28, 1105-1111(1986).
- 12) 海老瀬潜一, "非特定汚濁源負荷の流出特性", 公害と対策, 18, 321-326(1982).
- 13) 奥川光治, 天野智順, "懸濁性特性の沈降性からみた河川の降雨時物質流出", 水質汚濁学会講演集, 21, 169-170(1987).
- 14) 和田安彦, "中小河川における汚濁流出特性", 水質汚濁研究, 4, 9-17(1981).
- 15) 鈴木誠治, 田淵俊雄, "農業地域の小河川における降雨時の水質と流出負荷に関する研究", 農業土木学会論文集, 114, 21-31(1984).
- 16) 北海道立中央農試, 環境保全部, "環境保全に関する試験成績", 1986. p. 57-60.
- 17) 建設省河川局監修 "建設省河川砂防技術基準" 山海堂, p. 31.



# Change in Water Quality of Small Rivers Flowing through Agricultural District.

Kunio OHMURA\*, Haruichi KUROKAWA\*\*

## Summary

The characteristics of variation in the water quality of rivers were investigated on the small rivers flowing through the agricultural district at the central area of Hokkaido.

(1) The flow rate of rivers showed the maximum value during a snow-thawing period and showed a tendency to reflect an amount of precipitation from summer to autumn. Further, the values of components exerting effect on water quality varied corresponding to the flow rate but the difference due to components was confirmed in variation of water quality.

(2) The percentage of suspended components was high during both of the snow-thawing period and the rainy season while percentage of dissolved components was high during both of the summer season and the dry season. As the result of the investigation on the configurational content of each component, nitrogen in a dissolved state occupied about 70% of the whole and  $\text{NO}_x\text{-N}$  was high during a high temperature period while the percentage of  $\text{NH}_4\text{-N}$  was high during a low temperature period. Phosphorus occupied about 60% of the whole in a suspended state and it was shown that the movement of component concerned was based on a particulate form.

(3) With a rainfall, the rising in concentration based on the suspended components was observed and the lowering in the concentration of salts due to dilution effect accompanied by the increase in a flow rate was also confirmed. The same tendency was confirmed in the correlation between the flow rate and component and high positive correlation was confirmed between the rate and SS, COD, T-N and T-P while high negative correlation was confirmed between the flow rate and EC.

(4) The change in the flow distance of rivers was considered to receive the effect due to the difference in the flow rate and the structure of a riverbank, and the rising in the concentration of components in a flooded season was marked in the investigated rivers held under a natural condition, whereas the variation in the components of water quality was low throughout a year in riverbank repaired control rivers. Further, after the confluence of both rivers, the reduction in suspended components due to sedimentation action was confirmed.

In the dead water areas of the middle reaches of rivers, the reservation of harmful pollutants and the discharge of accumulated pollutants accompanied by flooding were confirmed and the regulation mechanism of outflow load in the dead water area was suggested.

\* Hokkaido Central Agricultural Experiment Station, Naganuma, Hokkaido, 069-13 Japan

\*\* Denki Kagaku Kogyo K. K, Chuo, Sapporo, Hokkaido, 060 Japan

