



Title	新設貯水池における湛水過程の水質変化
Author(s)	福島, 智彦; 橘, 治国; 土田, 大輔 他
Description	第8回衛生工学シンポジウム (平成12年11月16日 (木) -17日 (金) 北海道大学学術交流会館) . 2 環境 保全・リスク環境 . P2-11
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 8, 115-119
Issue Date	2000-11-01
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/7219">https://hdl.handle.net/2115/7219</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	8-2-11_p115-119.pdf



## 新設貯水池における湛水過程の水質変化

福島智彦、橋 治国（北海道大学）  
土田大輔（福岡県）  
土門文之（北海道開発局）

### 1.背景

ダムは、都市や工業地帯に安定した水を供給し、また水害を回避するために全国各地に造られている。しかし、この恩恵の一方で、湛水による流れの堰止めや、広範な地域の水没などによる、自然環境への影響が問われている。河川構造物(ダム、堰など)の建設による自然への影響が大きく注目を集めている。

河川構造物建設による自然へ影響として、地形や土地利用の変化、河川の締め切りなどの物理的な変更、そして、栄養塩類、有害物質等汚染物の負荷が挙げられる。これらは、植生、土壌、水質など生物の生息の場を変化させ、生態系に影響を与える。ダムの湛水は、流れを堰止め、広い面積が水没する。底泥や水没した樹木の分解は、流入河川からの負荷とともに、富栄養化を引き起こし、生物の棲み場に影響を及ぼす。これらはまた、下流水域に影響を与える。

### 2.目的

河川中流、下流に造られたダムは周囲の都市や農地からの影響が大きい。今後は上流域でのダム建設が環境問題などによって困難であり、このような貯水池が増えてくると思われる。新設ダム湖への流入負荷とダム湖内の水質変化を調査し、ダムや下流域への影響を明らかにし、特に新設ダム湖の湖水および下流環境への影響を評価したい。

### 3.研究方法

石狩川の支流、空知川の中流部に建設された滝里ダムを対象水域とした(湛水面積  $7\text{km}^2$ 、流域面積  $1660\text{km}^2$ 、平均水深  $17\text{m}$ 、滞留時間  $20\sim 30$  日)。このダムは 1999 年 3 月 1 日から湛水が始まり現在に至っている。流入河川は本川である空知川と、

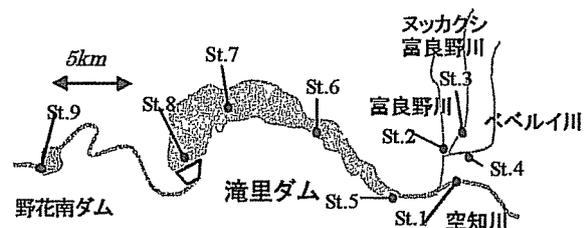


図1 調査対象地点

富良野川、ヌッカクシ富良野川、ベベルイ川の富良野盆地を貫流する3河川である。この3河川の流域はほとんどが畑地である。調査地点は空知川 (St.1)、富良野川 (St.2) ヌッカクシ富良野川 (St.3) ベベルイ川 (St.4) とダム湖の流入部、上流部、湖心、ダムサイト (St.5,6,7,8)、及び滝里ダム下流  $7\text{km}$  の距離に位置する野花南ダム (St.9) である。図1に対象水域の地図を示す。98年12月から月1回、各調査地点で採水と水質、流量測定を行い、採水した試料は実験室に持ち帰り分析に供した。

### 4.結果と考察

#### 4.1 調査地点の水質の特徴

表1に主な調査地点の水質を示す。また、図2にキーダイアグラムを示す。以下に各調査地点の水質の特徴をまとめる。

#### 空知川、ベベルイ川:

空知川は流量が大きく、ダムへの流入量の大部分を占める。栄養塩濃度が比較的低い。また、図2からベベルイ川は空知川と水質が似ていることがわかる。ベベルイ川が空知川の水を導水していることによる。

**富良野川、ヌッカクシ富良野川：**

図 2 から、この 2 支川の水質が似ていることがわかる。これは、両河川とも十勝岳山系の温泉を水源としているためである。市街地、農耕地を流下するため、栄養塩類濃度が高いが通常は流量が小さいため負荷量は小さい。また、源流域での十勝岳温泉水の混入によって弱酸性を示し、硫酸イオンを多く含んでいる。有機物濃度が高く、BOD に比べ TOC が高いのが特徴的であった。水中に有機物を多く含むものの、酸性河川のためそれを分解する微生物が生息しにくいことによると考えられる。

**滝里ダム：**

ダム湖としては栄養塩類濃度が高く、富栄養化する可能性が高い。図 2 から滝里ダムの水質は空知川よりも陰イオンが多く、富良野川、ヌッカクシ富良野川からの硫酸イオン負荷の影響が見られる。ダム湖内の各地点で溶存酸素の垂直分布を測定したが、9 月に St.8 の底層付近で嫌気の状態になった他は好気的な環境であった。

**4.2 流入河川負荷について**

表 2 に各流入河川の月別流量と月別全窒素、全リン負荷量を示した。空知川、富良野川、ベベルイ川では 4 月が融雪による出水時期であるのに対し、ヌッカクシ富良野川では 5～8 月にかけて流量が比較的多かった。これは農業活動の結果と考えられる。

全窒素負荷量は 3～4 月にピークを示しており、

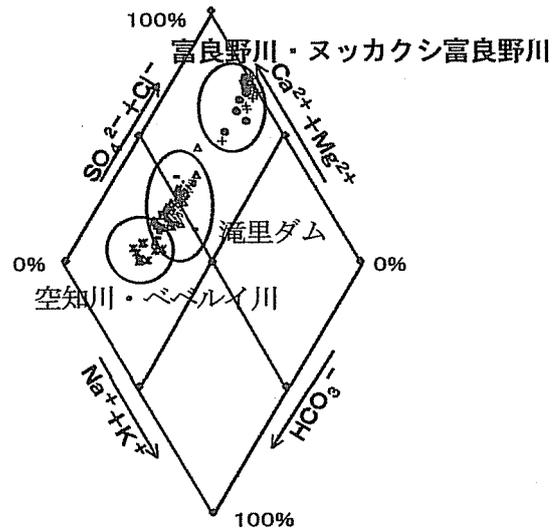


図 2 河川水・ダム湖水のパイパーキーダイアグラムプロット

融雪洪水の時期よりも早い。窒素はほとんどが溶存態として存在し、その多くは硝酸態窒素であったので、冬季に蓄積された硝酸態窒素の融雪初期の流出が原因と考えられる。全リン負荷量を見ると、融雪後半の 4～5 月にピークとなった。この時期のリンのほとんどは懸濁態として存在していたため、これは懸濁態リンが融雪後土砂とともに川に流れ込むためと考えられる。富良野川において融雪期よりも 8 月に全リン負荷が大きくなっているが、これは台風により農地からの土砂が河川に入ったためと考えられる。

表 1 水質の概要

採水地点		滝里ダム	空知川	富良野川	ヌッカクシ川*ベベルイ川	
		St. 7 n=8	St. 1 n=10	St. 2 n=10	St. 3 n=10	St. 4 n=10
流量	m <sup>3</sup> /s	-	79.6	4.6	7.1	4.3
pH	-	6.9	7.0	5.8	5.5	7.0
EC	μ S/cm	99.4	93.0	247.5	308.0	136.2
BOD	mg/l	1.3	2.0	1.1	0.6	2.0
TOC	mg/l	7.7	8.0	6.1	5.7	8.7
TN	mg/l	1.1	1.1	2.2	2.3	1.8
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	mg/l	0.7	0.8	1.5	1.1	1.6
TP	mg/l	0.08	0.04	0.23	0.18	0.07
PP	mg/l	0.07	0.02	0.23	0.18	0.06

\*ヌッカクシ富良野川

表2 月別流量・月別負荷量

		3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月
流量 m <sup>3</sup> /s	空知川	75.0	252.5	86.1	43.8	74.3	80.8	55.2
	富良野川	5.2	10.8	3.6	4.0	5.9	5.8	3.2
	ヌッカクシ川*	6.5	6.3	13.2	8.3	14.0	10.2	4.4
	ベベルイ川	5.2	6.3	5.7	4.2	3.9	4.4	3.3
全窒素負荷 g/s	空知川	173.7	175.0	86.4	48.9	80.6	47.4	38.3
	富良野川	17.1	19.1	8.3	6.2	10.5	11.7	6.5
	ヌッカクシ川*	32.4	10.3	24.1	10.1	16.3	12.2	9.1
	ベベルイ川	20.8	11.9	12.7	8.8	5.8	5.9	4.7
全リン負荷 g/s	空知川	4.4	9.2	6.6	0.9	3.9	2.3	1.3
	富良野川	1.8	0.8	0.8	0.6	1.7	4.1	0.3
	ヌッカクシ川*	1.0	0.5	4.5	0.4	1.2	0.8	0.4
	ベベルイ川	0.7	0.3	0.9	0.2	0.4	0.2	0.2

\*ヌッカクシ富良野川

### 4.3 ダム湖水質の経時変化

**栄養塩類** 全窒素と全リン濃度のダム湖内経時変化を図3に示す。図3の全窒素を見ると3月にSt.5で濃度が最大となった。St.8でも濃度が高く、3月から湛水が開始されたことを考えるとこれは4.2で述べた流入河川からの高い負荷を反映しているものと考えられる。また、溶存態窒素の大部分は硝酸態窒素が占めていた。リンについては、懸濁態リンが大部分を占めており、溶存態リンはほとんど存在していなかった。4、5月にSt.5において全リン濃度が高くなっている。これは4.2で述べたように融雪に伴って流入河川から流入してきたものと考えられる。ダム湖内においてSt.5ほど濃度が高くなっていないので、懸濁態リンはダムに入り流速が落ちると沈降してダム湖内に蓄積されているものと

考えられる。8月にダム湖内において全リン濃度が高くなっているが、この時期に台風が来ており、それによる流量の増加や風によって底質に蓄積されていた懸濁態リンが底質から舞い上がってきたものによると考えられる。

**クロロフィル (Chl-a)** Chl-a濃度のダム湖内経時変化を図4に示す。図4を見ると、Chl-a濃度は7、9月に増加している。流入水量が少なく滞留時間が長くなることや、水温が上がることにより、ダム湖内が藻類増殖に適した場になったものと考えられる。8月は台風による増水により、Chl-a濃度に低下が認められる。

### 4.4 ダム湖内でのN/Pの変化

ダム湖内のN/PをSt.5を流入口、St.8を流出口としてそれぞれの形態別に比較した。その結果を図

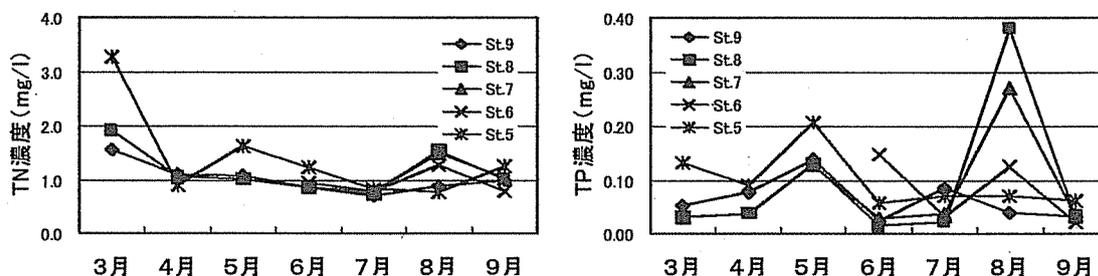


図3 湖内でのTN, TPの経時変化

5に示す。

全窒素 (TN) / 全リン (TP) は、流入口に比べ、流出口で高いことがわかる。これは、窒素の多くが溶存態として存在するのに対し、リンはそのほとんどが懸濁態として存在するため、リンのほうがダム湖内で沈降する割合が高いことによる。形態別に見ると、溶存態窒素 (DN) / 溶存態リン (DP) は流入水、流出水での差はほとんどなく、またその値が非常に大きく特徴的である。後述するが、懸濁物質によるリン吸着の結果であろう。溶存態成分についてはダム湖内での N/P の変化は少ないといえる。5月に例外的に流入口で高くなったが、この時期が農業活動の開始時であることが原因の一つと言える。流入口での懸濁態窒素 (PN) / 懸濁態リン (PP) は月ごとの変化がほとんどなく、懸濁態成分は一定の割合でリンを吸着してダム湖内に流入してきていることがわかる。流出口では7月、9月に高い値を示している。これは、Chl-a濃度の増加する時期と一致する。プランクトンの平均的要素組成としてレッドフィールド比 (重量比で N:P=7:1) がある。したがって、ダム湖内で植物プランクトンが増殖し、懸濁物質としての PN/PP が高くなったと考えらる。

上のように、ダム湖内での N/P の変化には、懸濁態リンの沈降や植物プランクトンの増殖など、懸濁態成分の挙動が大きく影響していることがわかる。N/P から見ると懸濁物質についてはその値が小さく、リンがSSに吸着されていること、夏場はこれらのリンが生物体に吸収され、レッドフィールド比に近づくこと、しかし洪水があった8月には減少しており、底質から舞い上がったSSに吸着したリンが増えていることがわかる。また、N/P から、藻類が増殖する夏季に水質が安定化され、懸濁成分についてはN/Pが大きくなり、溶存成分については小さくなる。すなわちダム湖を通過することによって水質が生物体によって安定化される。

### 5.まとめ

滝里ダムは通常の河川上流の山間地に建設されるダムと異なり、河川の中流部にあるため、周囲の都市活動、農業活動、畜産業などの影響と思われる有機物、栄養塩が流入していることが明らかになった。流入してくる成分のうち懸濁態成分は、ダム湖内で

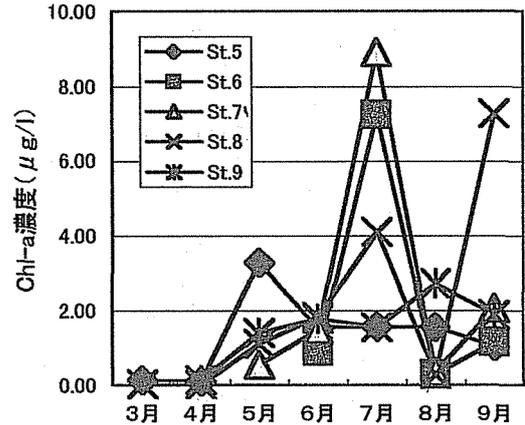


図4 ダム湖内Chl-a濃度の経時変化

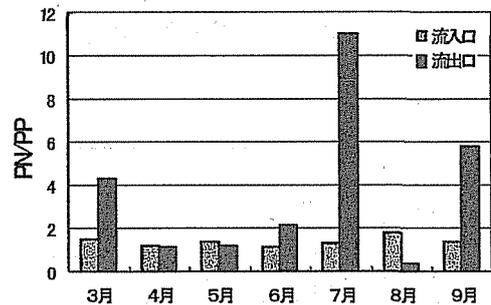
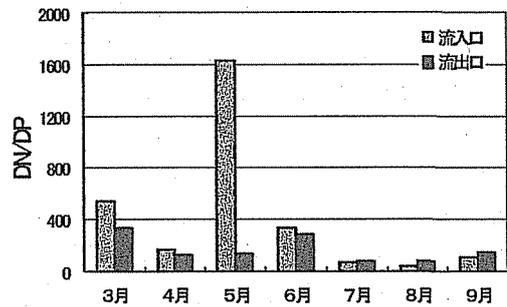
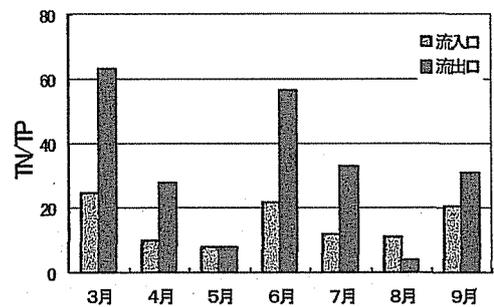


図5 流入・流出口での形態別N/P

流速が小さくなるに従って沈降し、ダム湖内に蓄積する。こうした現象はそのほとんどが懸濁態として存在していたリンについて強く影響し、ダム上流部と下流部では N/P が大きく変化していた。8 月には湖底に蓄積された懸濁態リンが急激な流量の増加や風による湖水の攪拌によって、底質から舞い上がる現象も確認された。夏季にはダム湖内で増殖した植物プランクトンによって、安定した水質になることがわかった。

滝里ダムは湛水後間もないためまだ水質的に不安定であるが、流入してくる栄養塩負荷が高いため今後水質が安定するにつれて富栄養化し、下流の生態系に影響を及ぼす可能性が高い。今後も継続した調査が必要である。

## 謝辞

本研究についての調査の実施に際し、北海道開発局滝里ダム建設事務所の方々、また資料の提供については岡下淳氏はじめ北海道開発局の方々には大変お世話になりました。ここに記して感謝いたします。