

# 生物指標を用いた福井市内河川の水質評価

竺 文 彦

## Evaluation of Water Quality in the Rivers in Fukui City by using Biotic Index

Fumihiko Jiku

The water in the rivers belonging to the Kuzuryu and its branches was biologically investigated and evaluated by using saprobiensystem. The method has been studied in details by Matsunae Tsuda. The results of the examination of the water quality coincided with those of chemical measurements. It is necessary to accumulate not only physicochemical but also biological data of water quality in the Kuzuryu and its branches in future.

### 1 はじめに

河川などの水質を測定する場合、一般には物理・化学的な測定法が多く用いられるが、この他にも生物学的な測定によって水質を判断することが可能である。生物学的な測定は、物理・化学的な測定と比較すると、明確な数値として表わしにくい短所をもっている反面、ある程度の期間における平均的な評価が可能であり、さまざまな物理・化学的因子の総合的な評価が可能であるという長所をもっている。

本研究においては、福井市を中心とする九頭竜川水系を対象として、1979年に、水生昆虫による生物調査および若干の化学的水質測定を行ない、汚水生物体系における水質階級を用いて河川の汚濁に対する評価を行なった。

### 2 九頭竜川水系

福井県は、地理的には木ノ芽峠を境に大きく嶺北と嶺南とに分割されるが、嶺北のほとんどの地域は、九頭竜川水系の流域と考えることができる。九頭竜川の支流には、日野川、足羽川、竹田川などがある。

#### (1) 九頭竜川

九頭竜川は、岐阜県境の油坂峠付近に源を發し、大野盆地、福井平野を貫流し、坂井郡三国町において日本海に注いでいる。全長約116km、流域面積約2,930km<sup>2</sup>とされている。

#### (2) 日野川

日野川は、福井、滋賀、岐阜の三県の境である三国岳および夜叉ヶ池に水源をもち、武

生市，鯖江市など福井平野を流下し，九頭竜川と合流する。全長約66kmとされている。

(3) 足羽川

足羽川は，冠山に源を発し，福井平野に流入し，福井市街を流下した後，日野川に合流する。全長は約57kmである。

(4) 荒川，底喰川

いずれも，福井平野を流れる河川であり，福井市内の中小河川とみなすことができる。荒川は，全長約14kmで，足羽川に合流し，底喰川は，日野川に合流している。

3 調査の概要

生物調査は，1979年7月24日，9月13日，12月10日の計3回行なった。それぞれ，第1回調査，第2回調査，第3回調査と呼ぶこととする。

(1) 調査地点

調査地点に関しては，足羽川の水越橋，足羽川橋，高田大橋においては3回の調査とも，その対象とした。水越橋は，福井市街の下流部，足羽川橋は，福井市街の上流部に位置し，高田大橋は，さらに上流にあり福井平野の端に近い部分に位置している。この他，第1回調査においては，日野川の清水山橋，九頭竜川の福井大橋，底喰川の西福井駅横についても調査を行ない，第2回調査においては，荒川の朝日橋についても調査を行なった。これらの調査地点を図-1に示す。

(2) 調査方法

水生昆虫の採取および処理は，上水試験方法<sup>1)</sup>に準じて行なった。すなわち，各調査地点において，早瀬で水深50cmまでの所を選び，水生昆虫定量用コドラート（50cm×50cm）を河底に置き，枠内の石，礫，砂泥を枠に接して下流側に置いたチリトリ型金網にとりこんだ。これらから，肉眼でわかるすべての水生昆虫をピンセットなどで採取し，20倍のル

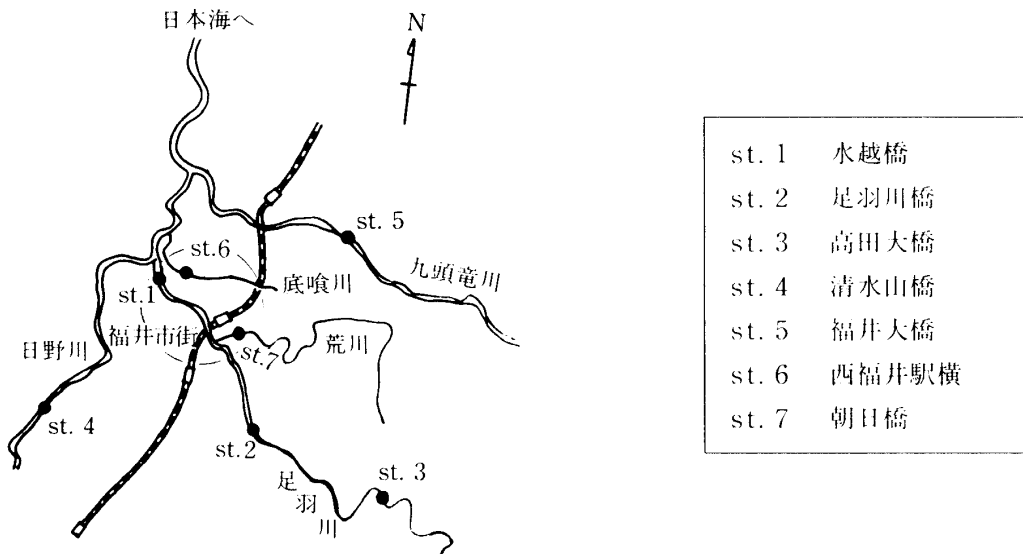


図-1 調査地点

一ぺで検索した。1 調査地点において、少し離れた 2 地点で同じ操作を行ない、それぞれにおいて採取された水生昆虫の数の平均値を測定値とした<sup>2)</sup>。

### (3) 汚水生物体系における水質階級

採取した生物により水質を判定する方法に関しては、さまざまな考え方が<sup>3)</sup>あるが、本研究においては、一般に広く用いられている次の 5 つの階級に分類する方法を採用する<sup>1)</sup>。

oligosaprobic (os)	貧腐水性
$\beta$ -mesosaprobic ( $\beta$ m)	$\beta$ 中腐水性
$\alpha$ -mesosaprobic ( $\alpha$ m)	$\alpha$ 中腐水性
$\beta$ -polysaprobic ( $\beta$ p)	$\beta$ 強腐水性
$\alpha$ -polysaprobic ( $\alpha$ p)	$\alpha$ 強腐水性

調査において採取された各々の生物種が、この水質階級の内のどの部分に分類されるかを検索することにより、その調査地点の水質階級を判定することが可能である。本調査においても、生物学的水質階級を用いて評価を行なう。これらの水質階級に関する研究は、津田松苗その他の研究者により詳細に検討されてきた<sup>4)</sup>。

日野川を中心とした生物調査による水質判定に関しては、これまでに津郷勇による研究がある<sup>5), 6), 7)</sup>。

## 4 第 1 回調査結果および考察

### 4-1 第 1 回調査結果および考察

7 月 24 日に行なった第 1 回調査の結果を表-1 に示す。

#### (1) 水越橋

もっとも多く採取された生物種はフタバカゲロウであり、これは、水質階級では os に属している。つぎに多いのは、シロハラコカゲロウであり、これは  $\beta$ m~os に属している。この他カゲロウでは、キイロカワカゲロウ、ナミトビイロカゲロウ、フタバコカゲロウ、フタスジモンカゲロウが出現しており、これらはすべて、 $\beta$ m~os に属している。また、os に属するアミメカワゲラ、ヒゲナガカワトビケラが認められる反面、 $\beta$ p~ $\alpha$ m に属するユスリカも出現している。したがって、全体としては水越橋における水質階級は  $\beta$ m~os であると判定できる。

#### (2) 足羽川橋

足羽川橋では、シロハラコカゲロウがもっとも多く、ついでフタバカゲロウとなっており、さらに、キイロカワカゲロウ、ナミトビイロカゲロウが出現している点は、水越橋と全く同様の傾向を示している。しかし、この他に出現しているものは、ヒメフタオカゲロウおよびクロマダラカゲロウであり、これらは os に属し、水越橋の場合より良い水質であ

表一 1 生物学的調査結果

水生昆虫 種類	水質階級	第 1 回 調 査			第 2 回 調 査			第 3 回 調 査						
		足羽橋	高田大橋	日野川	九頭竜川	底喰川	足羽橋	水越橋	足羽川	高田大橋	足羽橋	水越橋	足羽川	高田大橋
水生昆虫														
蜉蝣目														
カゲロウ														
Aguatic Insects														
Ephemeroptera														
キイロカワカゲロウ	$\beta m \sim os$	2	6	5										
フタバカゲロウ	os	14	8.5											
シロハラコカゲロウ	$\beta m \sim os$	8.5	16				2.5	1.5						
ナミトビイロカゲロウ	$\beta m \sim os$	2	8											
フタバコカゲロウ	$\beta m \sim os$	1.5					2							
フタスジモンカゲロウ	os	1.5	3.5											
ヒメフタオカゲロウ	os		1.5											
クロマダラカゲロウ	$\beta m \sim os$		2											
シロタニガワカゲロウ	os		4	1.5	2									
ウエノヒラタカゲロウ	os		2.5											
積翅目														
カワゲラ														
アミメカワゲラ	os	1												
オオヤマカワゲラ	os													
毛翅目														
Trichoptera														
トビケラ														
ヒゲナガカワトビケラ	os		1.5	12					8.5					
イノブスヤマトビケラ	os	1.5												
ウルマアシマトビケラ	os	1									1.5			
双翅目														
Diptera														
ユスリカ	$\beta p \sim \alpha m$	3												
Tendipes sp.														
鞘翅目														
Coleoptera														
ヒラタドコムシ	$\beta m \sim os$			1.5										
環形動物														
Annelida														
ヒル類	$\alpha m$													
Hirudinea														
出現種類数		10	7	4	3	2	1	3	2	6	0	2	3	4
出現全個体数		36	45	20.5	8	10.5	2	6	8	39	0	7	21	11.5

ると推定される。さらに、osのヒゲナガカワトビケラが認められ、ユスリカが出現していない点からも、さらにこれを確認できる。したがって、足羽川橋における水質階級は、ほぼ $\beta m$ ~osであると判定できる。

(3) 高田大橋

高田大橋においては、水越橋や足羽川橋に多く認められた種類のカゲロウは見られず、クロマダラカゲロウ、シロタニガワカゲロウ、ウエノヒラタカゲロウが出現している。もっとも多く認められたものは、ヒゲナガカワトビケラである。このうちシロタニガワカゲロウが $\beta m$ ~osに属す以外は、すべてosに属しており、高田大橋における水質階級は、ほぼosであると判定できる。

このように、足羽川の3調査地点においては、福井市街を流下した後の水越橋ではやや悪い水質であると判定されるが、福井市街へ流入する前の足羽川橋では、ユスリカが認められないなどやや良い水質であると判定され、さらに上流の高田大橋では、水越橋において出現した生物相とは全く異なっており、非常に良い水質であることが、生物調査の結果から明らかとなった。

(4) 清水山橋

日野川の清水山橋においては、全出現個体数が7個体と少なく、キイロカワカゲロウ、シロタニガワカゲロウ（いずれも $\beta m$ ~os）が採取された。さらに $\beta m$ ~osに属するヒラタドムシが認められ、水質階級は $\beta m$ ~osであると判定できるが、全くosのみの種類が出現しておらず、やや足羽川より水質は悪いと考えられる。これは、この上流に武生市、鯖江市が位置するため、これらの都市から排出された汚濁物による影響であろうと推定される。

(5) 福井大橋

九頭竜川の福井大橋においては、ヒゲナガカワトビケラおよびシロタニガワカゲロウが認められ、それぞれ水質階級はosおよび $\beta m$ ~osである。したがって福井大橋における水質階級はほぼosと判定できる。九頭竜川における水質が、足羽川や日野川と比較するとやや良い結果となったのは、汚濁物の排出源となる大きな都市を上流にもたないためと推定される。

(6) 西福井駅横

福井市内の中小河川である底喰川の西福井駅横においては、川の状態を観察するだけで汚濁が進んでいることが明らかであるが、調査の結果においても、水生昆虫は全く認められず、 $\alpha m$ に属するヒルが採取されたのみで、 $\alpha m$ であると判定される。

以上のごとく、九頭竜川、足羽川、日野川においては、すべてosあるいは $\beta m$ と判定されるのに対し、底喰川では $\alpha m$ と判定され、福井市内の中小河川においては汚濁が進んでいるものと推定される。

4-2 第2回調査結果および考察

9月13日に行なった第2回調査の結果を表-1中に示す。

(1) 水越橋

採取された生物は、シロハラコカゲロウ、フタスジモンカゲロウ(いずれも $\beta m \sim os$ )およびイノブスヤマトビケラ( $os$ )であり、水質階級は $\beta m \sim os$ と判定できる。しかし、第1回調査と比較すると、出現種数、出現全個体数とも非常に減少している。

(2) 足羽川橋

採取された生物種は、シロタニガワカゲロウおよびヒラタドロムシであり、これらは第1回調査には全く認められなかった種類であり、第1回調査で認められた種類はすべて姿を消している。また、出現種類数、出現全個体数においても非常に減少している。水質階級は $\beta m \sim os$ と判定される。

(3) 高田大橋

第1回調査と同様、シロタニガワカゲロウ( $\beta m \sim os$ )、クロマダラカゲロウ( $os$ )が出現しているが、第1回調査では認められなかったヒラタドロムシ( $\beta m \sim os$ )が出現しており、やや水質が悪くなったものと推定され、水質階級は $\beta m \sim os$ と判定される。

出現個体数に関して、高田大橋の第2回調査においては第1回調査の2倍近い出現全個体数を示しており、水越橋、足羽川橋における第2回調査での出現数の減少は単に季節的な影響によるものではなく、むしろ生物数を減少させる何んらかの因子の影響と推定される。

(4) 朝日橋

福井市内の中小河川の一つである荒川の朝日橋においては、生物が全く認められず採取個体数は0となった。これは、水質が悪いことも原因であろうが、この河川は、コンクリートによって被われ水路に近い状態となっているため、水生昆虫には特に棲息しにくいことが大きな原因となっているものと推定される。

#### 4-3 第3回調査結果および考察

12月10日の第3回調査の結果を表-1中に示す。

(1) 水越橋

第3回調査においては、2種の生物しか採取されておらず、 $\beta m \sim os$ に属するヒラタドロムシがもっとも多く、 $\beta m \sim os$ のフタスジモンカゲロウも認められた。したがって、本調査地点の水質階級は、 $\beta m \sim os$ と判定される。

(2) 足羽川橋

出現全個体数は21個体と、第2回調査より多くはなっているが、もっとも多く採取された生物種はヒラタドロムシであり、この他クロマダラカゲロウ( $os$ )、ヒゲナガカワトビケラ( $os$ )が認められたのみである。したがって、水質階級は、 $\beta m \sim os$ と判定される。

(3) 高田大橋

第3回調査では、水越橋、足羽川橋においてヒラタドロムシが出現し、水質がやや

悪いことを示したが、高田大橋では出現してはず、シロタニガワカゲロウ( $\beta m \sim os$ )、イノプスヤマトビケラ( $os$ )、オオヤマカワゲラ( $os$ )、クロマダラカゲロウ( $os$ )が認められた。したがって、水質階級はほぼ $os$ と判定できる。

以上3回の調査における各調査地点の水質階級を表-2にまとめておく。

表-2 水質階級による評価結果

調査地点		第1回調査	第2回調査	第3回調査
足羽川	水越橋	$\beta m \sim os$	$\beta m \sim os$	$\beta m \sim os$
	足羽川橋	$\beta m \sim os$	$\beta m \sim os$	$\beta m \sim os$
	高田橋	$os$	$\beta m \sim os$	$os$
日野川 九頭竜川 底喰川	清水山橋	$\beta m \sim os$	/	/
	福井大橋	$os$		
	西福井駅横	$am$		

(ただし、第2回調査の荒川朝日橋では、判定不能)

#### 4-4 水質階級の数値化

さらに、以上の結果をつぎのような手法により、数値によって評価を行なう。まず水質階級に関しては、 $os$ ,  $\beta m$ ,  $am$ ,  $\beta p$ ,  $ap$ に対し、それぞれ、0, 1, 2, 3, 4の評価値を与え、これによる各々の生物の種類に対する評価を $x_i$ とする。(ただし、 $i$ は生物の種類を表わす。)

ただし、2つにまたがった水質階級の場合は、その中間の0.5の値とする。(たとえば、 $\beta m \sim os$ の場合、 $x_i$ は0.5となる。) つぎに、各調査地点における出現全個体数を $N$ 、各々の生物の出現個体数を $n_i$ とし、その調査地点における水質階級による評価値 $X$ をつぎによって表わすこととする。

$$X = \sum_i \frac{x_i n_i}{N}$$

この $X$ による各調査地点の評価を表-3に示す。

表-3 数値による評価結果

調査地点		第1回調査	第2回調査	第3回調査
足羽川	水越橋	0.424	0.375	0.500
	足羽川橋	0.333	0.500	0.333
	高田橋	0.098	0.340	0.217
日野川 九頭竜川 底喰川	清水山橋	0.500	/	/
	福井大橋	0.095		
	西福井駅横	3.000		

表-2および表-3より、つぎのことが明らかである。

- 1) 福井市付近においては、九頭竜川における汚濁が比較的進んでおらず、ついで足羽川となっており、日野川の汚濁がやや進んでいるものと思われる。
- 2) 福井市内の中小河川は非常に汚濁が進んでいる。
- 3) 足羽川において、上流部はやはり汚濁の程度が小さく、福井市街への流入部、流出部における違いはあまり認められず、また、季節的な変動が認められる。

#### 4-5 化学的な水質測定結果および考察

水質の化学的な測定についても、若干の水質項目に関し、一部の調査地点において行なったので、この水質測定の結果を表-4に示す。採水は11月15日に行ない、測定項目は、pH、BOD、リン酸、アンモニア性窒素であり、測定方法は、上水試験方法<sup>1)</sup>によった。

表-4 化学的測定結果

測定項目		pH	BOD (ppm)	リン酸 (ppm)	アンモニア性窒素 (ppm)
測定地点					
足羽川	水越橋	7.5	1.4	0.03	0.20
	高田橋	7.3	0	0	-*
日野川	清水山橋	7.2	1.2	0.01	-*
底喰川	西福井駅横	7.5	41	0.89	2.13
荒川	朝日橋	7.3	2.0	0.05	0.53

\* 測定を行っていない

表-4においては、先に示した生物調査における結果と同様な傾向が認められ、生物調査における水質階級による評価が妥当なものであることを裏づけている。

同様に、福井県や福井市による物理・化学的な水質調査結果<sup>8), 9)</sup>と比較した場合においても、水質階級による評価は妥当なものであると考えられる結果となった。

## 5 おわりに

福井市を中心とする九頭竜川水系において水生昆虫による生物調査を行ない、汚水生物体系における水質階級による評価を行なった結果、化学的な水質調査の結果と比較しても妥当な結果を得ることができた。今後は、調査の頻度、範囲、方法などに十分な検討を加え、物理・化学的な調査とともに、十分なデータが蓄積されなければならないと考える。

水生昆虫の同定その他について、福井工業高等専門学校 津郷勇教授の御指導を得たことに対し、ここに感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 1) 日本水道協会：上水試験方法，東京（1970）
- 2) 津田松苗，森下郁子：生物による水質調査法，山海堂，東京（1976）
- 3) 津田松苗：水質汚濁の生態学，公害対策技術同友会，東京（1976）
- 4) 津田松苗：水生昆虫学，北隆館，東京（1977）
- 5) 津郷勇：九頭竜川水系の生物学的水質調査について，福井工業高等専門学校研究紀要 自然科学・工学，第11号（1978）
- 6) 津郷勇，荒木俊幸，大土俊之，岡山松雄，松岡正幸：日野川の自浄作用について，福井工業高等専門学校研究紀要 自然科学・工学，第9号（1975）
- 7) 津郷勇：水生昆虫の採取時期が生物学的水質判定に及ぼす影響，福井工業高等専門学校研究紀要 自然科学・工学，第12号（1978）
- 8) 福井県生活環境部公害規制課：昭和52年度公共用水域水質測定結果，福井県（1977）
- 9) 福井市生活環境部：福井市の環境行政昭和53年度版，福井市（1978）