

담수어물 이용한 금호강수계의 수질판정

강영훈·채병수·양홍준*
원화여자고등학교·환경부 생태계조사단·경북대학교 생물교육과
(2000년 11월 1일 접수)

Evaluation of Water Quality in the Keumho River System According to the Freshwater Fishes

Yeong-Hoon Kang, Byung-Soo Chae* and Hong-Jun Yang**

Wonhwa Girls' High School, Taegu City, 704-082, Korea

*Investigation Committee of Ecosystem in the Ministry of Environment, Kyonggi-do, 427-760, Korea

**Dept. of Biological Education, Kyungpook University, Taegu City, 702-701, Korea

(Manuscript received 1 November, 2000)

The fish species collected in the Keumho River basin are 42 species 31 genera belonging to 15 Families. This report was investigated for the evaluation of water quality in the Keumho River system which is a tributary of Nakdong River in Korea on september in 1999. The fishes collected were 42 species, 31 genera belonging to 15 Families. The dominant species were 5 species; *Zacco platypus*, *Zacco temmincki*, *Squalidus chankaensis tsuchigae*, *Moroco oxycephalus*, *Squalidus gracilis majimae*, and 8 species; *Hemibarbus longirostris*, *Pseudogobio esocinus*, *Culter brevicauda*, *Cobitis rotundicaudata*, *Pseudobagrus fulvidraco*, *Pungitius sinensis kaibarae*, *Monopterus albus*, *Channa argus* were rare species. The relationship among the GPI, EC and BOD by the organic pollutants were over 0.9. The group pollution index(GPI) was lowest at St. 1(0.85) and highest at St. 5(2.33). The water quality of the Keumho river divided into 3 parts; the water of upper reaches in river(St. 1) was 1st class(oligotrophic condition), middle parts(St. 2, 3, 4) were 3rd class(α -mesosaprobic condition) and lower part(St. 5) was 4th class(Polysaprobic condition) as the source of tap water, respectively. And the tributary which are the Sinryeong Stream(St. 6), the Sincheon Stream(St. 7) and the Donghwa Stream(St. 9) in Keumho river were 2nd class as the source of tap water. The results in this study was represented same patterns as the result by the use of indicator species like as algae and invertebrates for the discrimination of water quality. So, some freshwater fish species can be use applicant for the discrimination of water quality.

Key words : Ichthyofauna, Water Quality Discrimination, Keumho River, Naktong River

1. 서론

수질을 판정하는 방법에는 DO, BOD, COD 또는 목적에 따라 유독 물질을 검출하는 이화학적인 방법과, 지표생물(indicator species)들을 이용하는 생물학적 방법이 있다.^{1~4)}

이화학적인 방법은 즉각적이고 가시적인 측정치를 제공해 준다는 점에서는 유리하지만, 하천의 수질은 환경변화의 상태에 따라 시시각각으로 변하므로, 이화학적인 방법으로는 어떤 한 순간의 상태밖에 측정할 수 없으며 비록 측정치를 얻었다고 하더라도 그것은 이미 과거의 상태가 되고 말 것이다. 뿐만 아니라 하천이나 호소에 유입되는 오염물질의 종류는 다양한데 이들 오염물질을 분석 기기를 이용해 모두 조사한다는 것은 현실적으로

불가능하다.

그래서 육수학자들은 수계생태계에 서식하는 많은 생물종의 동정과 결과의 수량화가 쉽지 않으며, 환경오염 이외의 영향을 확인할 수 없는 난점에도 불구하고 비교적 장기간의 수질의 영향을 반영하는 생물학적 방법을 병행하여 사용하고 있다. 실제로 물 속의 생물들 중에서 어떤 환경의 상태나 변화를 대표하는 지표종으로는 조류^{5~7)}와 저서성 대형 무척추동물^{3,8,9,10)} 등이 이용되고 있다.

현재까지 수질오염의 생물학적 판정을 위한 조사에서는 어류가 제외되어 왔는데 이는 어류가 환경에 대한 적응 방식이 매우 복잡하고 이동력이 있어 수질오염에 대한 반응도 즉, 지표생물로서 환경요인에 대한 내성치를 정확하게 측정하기가 어려운 때문이다.

이에 저자들은 수질 환경이 다양한 여러 하천의 어류상과 이화학적인 자료¹¹⁻¹⁹⁾를 수집·비교하여 담수어를 이용한 손쉬운 수질 판정의 가능성을 추구하였으며, 그 방법을 금호강수계의 수질 판정에 적용하여 신뢰할 수 있는 결과를 얻었기에 이를 보고하고자 한다.

2. 조사지역 및 방법

2.1. 조사 지점 및 환경

조사 지점은 효과적인 어류 채집 및 금호강 수계를 전체적으로 조망할 수 있도록 Fig. 1과 같이 9개 지점을 선정하였으며 각 조사 지점의 서식 환경 조사는 可兒²⁰⁾에 의거하였다. 수온, pH, DO, 전기전도도는 portable meter(Coming inc., USA)로 현장에서 측정, 기록하였다.

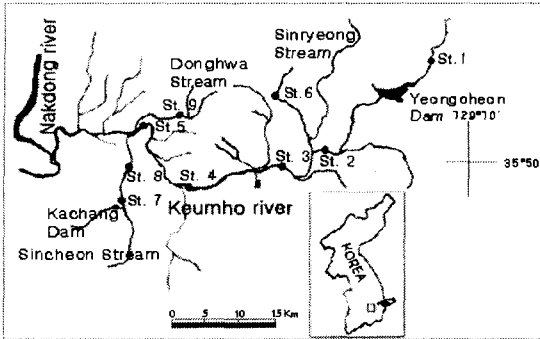


Fig. 1. The Map showing the studied sites in Keumho River.

- 조사 지점 1 : 경상북도 영천시 자양면 보현리(금호강 상류)
- 조사 지점 2 : 경상북도 영천시 도남동(금호강 중상류)
- 조사 지점 3 : 경상북도 영천시 금호읍 판정리(금호강 중류)
- 조사 지점 4 : 대구광역시 동구 금강동(금호강 중하류)
- 조사 지점 5 : 대구광역시 북구 검단동(금호강 하류)
- 조사 지점 6 : 경상북도 영천시 신령면 왕산리(신령천)
- 조사 지점 7 : 대구광역시 달서군 가창면 용계리(신천 상류)
- 조사 지점 8 : 대구광역시 남구 대봉동 대봉교(신천 중류)
- 조사 지점 9 : 대구광역시 동구 지묘동(동화천)

Table 1. The environmental characteristics of sampling stations

Sites	WT (°C)	pH	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	EC (μS/cm)	River width (m)	Water depth (cm)	River type	Bottom struture					
									R	B	C	P	G	S
St. 1	18.7	6.7	10.5	1.03	88	2-30	10-70	Aa	1	3	3	2	1	-
St. 2	18.5	6.4	7.3	3.65	357	30-100	20-60	Bb	-	-	2	2	3	3
St. 3	19.1	6.8	6.6	5.22	402	15-110	30-80	Bb	-	-	-	3	3	4
St. 4	19.4	6.8	7.0	4.80	398	70-100	20-100	Bb	-	-	1	3	2	4
St. 5	20.1	6.7	5.2	9.48	614	60-120	30-110	Bb-Bc	-	-	-	2	3	5
St. 6	17.8	6.6	8.5	2.13	158	3-8	10-40	Aa	3	1	4	2	-	-
St. 7	18.0	6.8	9.9	1.67	120	40-80	30-110	Aa	-	1	4	4	1	-
St. 8	18.7	6.5	4.8	5.24	491	30-40	30-70	Bb	-	-	3	3	2	2
St. 9	17.2	6.7	8.7	1.19	117	10-15	20-60	Aa	2	2	3	1	2	-

WT=Water Temperature, EC=Electrical Conductivity, R=Rock, B=Boulder(256 mm~), C=Cobble(64~256 mm), P=Pebble(4~64 mm), G=Granule(2~4 mm), S=Sand(0.0625~2 mm).

2.2. 조사 방법

어류의 채집 및 환경 조사는 1999년 9월 5일부터 1999년 9월 12일까지 8일간 실시하였다. 각 조사지점마다 100m 정도의 구간에서 투망(망목 7x7mm) 10회, 족대(망목 3x3mm)는 1시간동안 사용하고, 유인어망(망목 1x1mm)은 약 10m 간격으로 10개를 오후 1시부터 3시까지 2시간 동안 설치하여 어류를 채집하였다.

채집된 어류는 어종과 개체수를 기록한 후 즉시 대부분을 방류하였고 일부는 10% formalin solution으로 고정하여 표본을 제작하였다. 제작된 모든 표본은 경북대학교 사범대학 생물교육과 표본실에 보관하였다. 종의 검색은 정²¹⁾, 최 등²²⁾, 김과 강²³⁾, 김²⁴⁾을 참조하였으며, 분류체계는 Nelson²⁵⁾을 따랐다. 개체수는 각 조사지점에서 채집된 총개체수를 제시하였으며, 상대풍부도(relative abundance)는 백분율로 나타내었다.

본 연구에서 어류를 대상으로 한 하천의 수질판정을 위해 작성한 표(Table 3)는 저서성 대형 무척추동물의 조사에서 제시된 윤 등⁹⁾의 방법을 이용하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 수질판정표의 작성

호소나 하천의 어류군집은 하천의 수심, 하상구조, 유속 등의 물리적 특성뿐 아니라 수질에 의해 종조성과 개체수가 영향을 받는다.^{3,11,19,26)} 담수어의 서식에 영향을 주는 수질 환경과 어류상 자료를 토대로 하여 담수어의 수질 선호성을 조사한 선행연구를 보면 김과 김¹¹⁾은 전 주천의 각 조사지점별 수질 오타과 서식 어종의 수질 선호성을 조사한 결과 28종의 서식종을 내성 정도에 따라 3군으로 나누었고 또 최와 전¹²⁾은 한강 수계에 서식하는 어류를 대상으로 수질 판정을 위한 지표담수어를 조사하면서 수질오염이 심한 난지도 지역(pH 7.3-7.5, COD 8.0-11ppm, DO, 3.0-4.0ppm)과 염창 지역(pH 6.7-7.0, COD 3.9-6.6ppm, DO 0.35-0.77ppm)에 서식하는 수질오염에 강한 어종으로 각각 13종과 6종, 오염에 약한 어종으로 9종을 보고하고 *Odontobutis platycephala*와 *Rhinogobius brunneus*는 빈부수성에서 a 중부수성의 넓은 범위에 서식함을 보고하였다.

최와 박¹³⁾은 금강 하류 수역(pH 6.7-7.6, BOD 5.0-6.2ppm, DO 3.4-4.4ppm)에서 만조시 기수역에 출현하는 종과 소하성 어종을 제외한 어종으로 *Cyprinus carpio*, *Carassius auratus*, *Hemibarbus labeo*, *Zacco platypus*, *Rhodeus ocellatus*, *Silurus asotus*, *Pseudobagrus fulvidraco*, *Odontobutis platycephala*, *Anguilla japonica*, *Channa argus*의 11종을 보고하였다. 또한 이 조사에서 *Hemibarbus labeo*의 분포에 대한 BOD 한계는 5.2ppm, *Hemibarbus longirostris*는 5.4ppm, *Pseudogobio esocinus*는 5.3ppm, *Acheilognathus rhombea*는 5ppm으로 나타나므로 이들 4종을 BOD에 대한 생물학적 지표종으로 사용할 수 있다고 하였다.

정과 양¹⁵⁾은 조사 당시에 청정지역인 영천댐 예정지의 어류상을 밝히면서 금호강의 상류역인 자양천에 11과 26종의 어류를 확인하고, 그 중 *Squalidus gracilis*

majimae, *Moroco oxycephalus*, *Zacco platypus*, *Zacco temmincki*, *Cobitis taenia*, *Niwaella multifasciata*, *Odontobutis platycephala*가 우점종을 보고하였으며 양과 남¹⁷⁾은 음용수 원수인 밀양강 상류(동창천)의 수질 환경과 어류 군집구조를 밝히면서 7과 20종의 어류상을 확인하고 그 중에서 *Zacco temmincki*, *Pungtungia herzi*, *Coreoleuciscus splendidus*, *Coreoperca herzi* 등을 우점종으로 보고한 바 있다(Table 2).

Table 2. Fish fauna as water quality in the Jayang and Donchang stream (after Jung and Yang, 1981; Yang and Nam, 1984).

	Jayang stream (Keumho river)	Dongchang stream (Miryang river)
수온 (°C)	14.0~25.0	13.0~24.0
pH	6.6~7.4	6.7~7.6
DO (ppm)	7.9~9.0	7.6~9.1
COD (ppm)	2.7~4.1	1.5~2.2
	<i>Anguilla japonica</i> (뱀장어)	<i>Anguilla japonica</i>
	<i>Carassius auratus</i> (붕어)	<i>Carassius auratus</i>
	<i>Acheilognathus limbata</i> (칼납자루)	<i>Acheilognathus limbata</i>
	<i>Coreoleuciscus splendidus</i> (쉬리)	<i>Coreoleuciscus splendidus</i>
	<i>Pungtungia herzi</i> (돌고기)	<i>Pungtungia herzi</i>
	-	<i>Squalidus gracilis majimae</i> (긴물개)
	<i>Squalidus coreanus</i> (물개)	-
	<i>Hemibarbus longirostris</i> (참마자)	-
	<i>Pseudogobio esocinus</i> (모래무지)	<i>Pseudogobio esocinus</i>
	<i>Micropophysogobio yaluensis</i> (돌마자)	<i>Micropophysogobio yaluensis</i>
	<i>Zacco temmincki</i> (칼거니)	<i>Zacco temmincki</i>
	<i>Zacco platypus</i> (피라미)	<i>Zacco platypus</i>
	<i>Moroco oxycephalus</i> (버들치)	<i>Moroco oxycephalus</i>
	<i>Cobitis rotundicaudata</i> (새코미꾸리)	<i>Cobitis rotundicaudata</i>
Spe -cies	<i>Cobitis taenia</i> (기름종개)	<i>Cobitis longicorpus</i> (왕종개)
	-	<i>Niwaella multifasciata</i>
	<i>Niwaella multifasciata</i> (수수미꾸리)	<i>Niwaella multifasciata</i>
	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i> (미꾸리)	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>
	<i>Misgurnus mizolepis</i> (미꾸라지)	<i>Misgurnus mizolepis</i>
	<i>Pelteobagrus fulvidraco</i> (동자개)	-
	<i>Silurus asotus</i> (매기)	<i>Silurus asotus</i>
	<i>Silurus microdorsalis</i> (미유기)	-
	<i>Liobagrus mediadiposalis</i> (자가사리)	<i>Liobagrus mediadiposalis</i>
	<i>Plecoglossus altivelis</i> (은어)	-
	<i>Oryzias latipes</i> (송사리)	-
	<i>Coreoperca herzi</i> (격지)	<i>Coreoperca herzi</i>
	<i>Odontobutis platycephala</i> (동사리)	<i>Odontobutis platycephala</i>
	<i>Channa argus</i> (가물치)	<i>Channa argus</i>

이들 자료를 분석해 보면 수질 환경요인 중 용존산소량(DO)은 담수어의 서식에 매우 중요한 지표로서 어류의 종과 생활사에 따라 감수성에 차이가 있지만 대체로 생활사의 모든 단계에 걸쳐 5mg/ℓ가 최소 농도이고, 1~5mg/ℓ의 상태로 지속되면 성장이 늦어지고 생식력이 약화되며²⁷⁾, 0.2mg/ℓ 이하로 극단적인 감소를 보일 때는 어류의 서식이 불가능하다¹¹⁾고 한 내용과 같은 결과로 판단된다.

또한, 전과 김¹⁴⁾은 기수역의 수질오탁이 어류군집에 미치는 영향의 조사에서 유기오염 및 염분에 대한 저항성이 높은 지표어종으로 *Carassius auratus*와 *Zacco platypus*를 보고하였고, 양과 채¹⁸⁾는 금호강 수계의 유역

별 분포어종과 수질 상태를 연관시켜 1급수 지역에는 *Moroco oxycephalus*와 *Liobagrus mediadiposalis*를, 2급수 지역에는 *Zacco temmincki*, *Acheilognathus koreensis*, *Acanthorhodeus macropterus*, *Rhodeus ocellatus*, *Cobitis taenia*, *Odontobutis platycephala*를 3급수 지역에는 *Cyprinus carpio*, *Carassius auratus*, *Squalidus gracilis majimae*, *Pseudorasbora parva*, *Misgurnus anguillicaudatus* 및 *Misgurnus mizolepis*를 각각 지표종으로 제시하였다.

앞에서 본 선행연구의 결과와 저자들의 채집경험을 토대로 하여 수질오염에 대한 어류 내성의 정도에 따라 어종을 구분해 보았다.

Table 3. Discrimination grid of water quality evaluation for freshwater fishes on the Keumho River.

No	Species	IV (3)	III (2)	II (1)	I (0)	Occurrence
1	<i>Lampetra reissneri</i> (다목장어)			3	2	
2	<i>Cyprinus carpio</i> (잉어)	3	2	1		
3	<i>Carassius auratus</i> (붕어)	3	2	1		
4	<i>Carassius cuvieri</i> (떡붕어)	3	2	1		
5	<i>Rhodeus ocellatus</i> (흰줄납줄개)	1	3	1		
6	<i>Rhodeus uyekii</i> (라시붕어)	1	3	2		
7	<i>Acheilognathus yamatsutae</i> (줄납자루)		3	2		
8	<i>Acheilognathus koreensis</i> (칼납자루)			3		
9	<i>Acheilognathus rhombea</i> (납지리)			3	1	
10	<i>Acanthorhodeus macropterus</i> (큰납지리)	1	3	1		
11	<i>Pseudorasbora parva</i> (참붕어)	3	1	1		
12	<i>Hemibarbus longirostris</i> (참마자)		1	2	1	
13	<i>Pungtungia herzi</i> (돌고기)			3	1	
14	<i>Coreoleuciscus splendidus</i> (쉬리)			3	1	
15	<i>Squalidus chankaensis tsuchigae</i> (참물개)	3	2	1		
16	<i>Squalidus gracilis majimae</i> (긴물개)		2	3		
17	<i>Pseudogobio esocinus</i> (모래무지)		1	3	1	
18	<i>Micropophysogobio yaluensis</i> (돌마자)		1	3	1	
19	<i>Moroco oxycephalus</i> (버들치)			1	3	
20	<i>Zacco platypus</i> (피라미)		3	2		
21	<i>Zacco temmincki</i> (칼거니)			3	2	
22	<i>Hemiculter eigenmanni</i> (치리)	1	3			
23	<i>Hemiculter brevicauda</i> (백조어)	1	3			
24	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i> (미꾸리)	2	3	1		
25	<i>Misgurnus mizolepis</i> (미꾸라지)	2	3	1		
26	<i>Cobitis sinensis</i> (기름종개)		1	3		
27	<i>Iksookimia rotundicaudata</i> (새코미꾸리)			3	1	
28	<i>Niwaella multifasciata</i> (수수미꾸리)			3	1	
29	<i>Pseudobagrus fulvidraco</i> (동자개)	1	3	2		
30	<i>Pseudobagrus brevicorpus</i> (꼬치동자개)			3	1	
31	<i>Silurus asotus</i> (매기)	2	3	1		
32	<i>Silurus microdorsalis</i> (미유기)			3	2	
33	<i>Liobagrus mediadiposalis</i> (자가사리)			1	3	
34	<i>Oryzias latipes</i> (송사리)		3	1		
35	<i>Pungitius kaibarae</i> (잔가시고기)			3		
36	<i>Monopterus alba</i> (도령허리)	2	3			
37	<i>Coreoperca herzi</i> (격지)			3	1	
38	<i>Lepomis macrochirus</i> (파랑볼우렁)	2	1			
39	<i>Odontobutis platycephala</i> (동사리)	1	1	2		
40	<i>Rhinogobius brunneus</i> (밀어)		1	3		
41	<i>Macropodus chinensis</i> (버들붕어)	1	3			
42	<i>Channa argus</i> (가물치)	2	3			
	Sum of valencies (A)					○+●
Water	Weight of abundant groups (B)					●
Quality	Weights sum (C=A+B)	a	b	c	d	Class
Criteria	Group Pollution Index (GPI)	(a×3+b×2+c×1)/a+b+c+d				
	I: ~less than 1.0, II: 1.0~1.7, III: ~2.3, IV: ~3.0					

담수어를 이용한 수질 오염도 측정에 있어서 Liebmann²⁸⁾은 빈부수성과 β중부수성에서는 종류가 많고, α중부수성에서는 *Cyprinus carpio*, *Carassius auratus*, *Silurus asotus* 등이 주로 서식하며 종의 수는 적고 강부수성에는 담수어가 서식하지 못한다고 하였다.

Table 4. The evaluation of water quality by the fishes at Keumkangdong(St. 4) in the Keumho river

No.	출현군	IV(3)	III(2)	II(1)	I(0)	출현도
1	다복장어			2	3	
2	잉어	3	2	1		
3	붕어	3	2	1		○
4	떡붕어	3	2	1		○
5	흰줄납줄개	1	3	1		○
6	각시붕어	1	3	2		○
7	줄납자루		3	2		○
8	칸납자루			3		
9	납지리		3	1		○
10	큰납지리	1	3	1		○
11	참붕어	3	1	1		○
12	참마자		1	2	1	
13	물고기			3	1	
14	쉬리			3	1	
15	참물개	3	2	1		○
16	긴물개		2	3		○
17	모래무지		1	3	1	○
18	물마자		1	3	1	○
19	버들치			1	3	
20	피라미		3	2		●
21	갈겨니			3	2	
22	치리	1	3			○
23	백조어	1	3			○
24	미꾸리	2	3	1		
25	미꾸라지	2	3	1		○
26	기름종개		1	3		○
27	새코미꾸리			3	1	
28	수수미꾸리			3	1	
29	동자개	1	3	2		○
30	꼬치동자개			3	1	
31	매기	2	3	1		○
32	미유기			3	2	
33	자가사리			1	3	
34	송사리		3	1		○
35	잔가시고기			3		
36	드렁허리	2	3			○
37	억지			3	1	
38	파랑불우럭		2	1		
39	동사리	1	1	2	1	○
40	밀어		1	3		○
41	버들붕어	1	3			○
42	가물치	2	3			
수질 판정	출현군의 계급치 총합은?(A)	26	56	35	3	
	고출현군의 계급치합은?(B)		3	2		
	최종 계급치 합은? (C=A+B)	26	59	37	3	III
군오염지수GPI	(26×3+59×2+37×1)/(26+59+37+3)=1.86, 3급수					

또 최와 전¹²⁾은 수리적인 방법으로 Beck²⁹⁾가 개발한 생물지수(Biotic Index, BI=2A+B; A=tolerant species, B=intolerant species)개념을 담수어에 도입하여 조사지점별 오염도의 순위를 조사하였다. 그러나 어류는 생태적 특성 및 수질 환경에 대한 적응 방식이 매우 복잡하고 이동력이 있어 수질오염에 대한 반응도(지표생물로서 환경요인에 대한 내성치)를 정확하게 산정하기가 곤란하다.^{11,12,26)} 따라서 본 연구에서는 저서성 대형무척추동물과 같이 수질 등급에 따른 오탁지표생물의 상대적 출현도에 따라 오염계급의 값을 부여하고 군오염지수를 구하여 수질을 판정하는 방법^{8~10)}을 담수어류에 적용할 수 있도록 Table 3과 같이 변형하였다. 또 군오염지수는 C란의 오탁값을 뜻수로 하고 I급에 해당하는 오탁지수를 0, IV급의 경우 3으로 구성된 오탁지수의 평균치를 구하여 기입한다.

수질판정표(Table 3)에서 오탁계급치란에는 각 종의 상대적 출현도에 따라 3단계의 오탁값(3: 고, 2: 중, 1: 저)을 부여하고 출현도란에는 채집 또는 육안으로 관찰할 때 개체수의 다소에 따라 2단계로 구별(●: 고 출현종, ○: 저 출현종)하였다.

각각의 수질등급에서 오탁값의 산출은 출현하는 모든 종의 값을 세로로 합하여 출현군 계급치의 총합란에 적는다(A). 같은 방법으로 고출현군(●)의 계급값은 해당 총합란(B)에 기입하며, 최종 계급값란(C)에는 A와 B를 합한 값을 기록한다. 최종 수질의 판정은 C란의 오탁값 중에서 가장 높은 값을 나타내는 수질등급을 기록하여 결정한다. 이 때 수질등급이 같은 값일 경우에는 그 수질등급을 병행하여 기록한다.

이와 같이 작성된 표를 금강동(St. 4)에 적용한 결과는 Table 4에서 나타낸바와 같았다. 채집된 어종의 수는 24종이었는데 우점종은 피라미였다. 채집된 종의 수질등급별 오탁값을 토대로 계급치와 군오염지수를 산출한 결과 III급수로 판정되었다.

3.2. 금호강의 어류상

본 연구에서 각 조사정점(St.1 ~ St. 9)에서 채집된 어종, 개체수 및 상대풍부도는 Table 5에 나타내었다. 확인된 어류는 모두 15과 31속 42종이었으며, 하천 전체에서 우점종군은 *Zacco platypus*, *Zacco temmincki*, *Squalidus chankaensis tsuchigae*, *Moroco oxycephalus*, *Squalidus gracilis majimae* 등이었고, 희소종은 *Hemibarbus longirostris*, *Pseudogobio esocinus*, *Culter brevicauda*, *Cobitis rotundicaudata*, *Pseudobagrus fulvidraco*, *Pungitius sinensis kaibarae*, *Monopterus albus*, *Channa argus* 등이었다.

본 조사수역에서 하천의 기율기에 따른 서식 어종 수의 변화를 보면, 본류의 최상류인 St. 1에서 중하류인 St. 4까지는 12종에서 17종으로 증가하는 경향을 보이고 있었다. 이것은 상류에는 하상의 구조가 단순하고 유속이 빨라 다양한 서식처를 제공하지 못하며 물 속에 영양염의 양이 적어 먹이생물의 성장이 좋지 않아서 많은 어

종들을 부양할 수 없지만, 하류로 가면 물의 흐름이 느려지고 하상의 구조가 복잡해지면서 주변의 인가나 경작지 등에서 많은 양의 영양염이 물 속으로 들어와 다양한 생물들이 살게 되고^{11,19)} 이들을 먹고사는 어류들도 따라서 다양해질 수 있기 때문이다. 그러나 금호강의 중하류인 St. 5와 신천의 중류인 St. 8에서는 어종의 수가 급격히 줄어 중류의 다른 지점에 비해 절반수준에도 미치지 못하였다. 이와 같이 출현종의 수가 감소^{11,19)}하는 것은 오락에 의한 직·간접적인 영향으로 생각된다.

Table 5. A list of fish species and number of individuals collected in the Keumho River.

Scientific Name	Site									Total	R.A
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9		
<i>Lampetra reissneri</i> (다목장어)	2	.	.	.	.	.	.	.	.	2	0.3
<i>Cyprinus carpio</i> (잉어)	.	.	.	.	2	.	.	.	.	2	0.3
<i>Carassius auratus</i> (붕어)	.	5	7	15	20	3	2	8	.	60	8.7
<i>Carassius auratus curvieri</i> (떡붕어)	.	.	3	.	.	.	.	.	.	3	0.4
<i>Rhodeus ocellatus</i> (원줄납줄개)	.	.	.	3	.	.	.	.	.	3	0.4
<i>Rhodeus uyekii</i> (각시붕어)	.	3	8	5	.	5	.	.	.	21	3.0
<i>Acheilognathus yamatsutae</i> (줄납자루)	.	7	.	12	.	6	.	.	.	25	3.6
<i>Acheilognathus koreensis</i> (깜납자루)	.	.	4	.	.	.	.	.	.	4	0.6
<i>Acheilognathus rhombea</i> (납지리)	.	2	.	6	.	.	.	.	.	8	1.2
<i>Acheilognathus macropterus</i> (큰납지리)	.	3	12	3	.	.	.	.	.	18	2.6
<i>Pseudorasbora parva</i> (참붕어)	.	6	9	4	13	.	.	5	2	39	5.7
<i>Hemibarbus longirostris</i> (참마자)	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1	0.1
<i>Pungtungia herzi</i> (돌고기)	15	.	.	.	.	15	7	.	.	37	5.4
<i>Coreoleuciscus splendidus</i> (쉬리)	3	.	.	.	.	5	.	.	.	8	1.2
<i>Squalidus chankaensis tsuchiyae</i> (참물개)	.	7	7	10	28	.	.	13	.	65	9.4
<i>Squalidus gracilis majimae</i> (긴물개)	7	4	3	14	.	13	.	.	7	48	7.0
<i>Pseudogobio esocinus</i> (오래무지)	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	0.1
<i>Microphysogobio yaluensis</i> (돌마자)	6	.	.	.	.	5	.	.	3	14	2.0
<i>Moroco oxucephalus</i> (버들치)	9	.	.	.	.	9	15	.	16	49	7.1
<i>Zacco platypus</i> (과라미)	2	19	27	25	.	6	.	.	1	80	11.1
<i>Zacco temminckii</i> (갈겨니)	23	.	.	.	.	28	14	.	2	67	9.7
<i>Hemiculter eigenmanni</i> (치리)	.	.	2	.	.	.	.	.	.	2	0.3
<i>Culter brevicauda</i> (백조어)	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	0.1
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i> (미꾸리)	.	3	.	2	.	.	3	5	.	13	1.9
<i>Misgurnus mizolepis</i> (미꾸라지)	.	.	2	.	.	4	.	.	.	6	0.9
<i>Cobitis taenia</i> (기류종개)	.	2	.	3	.	3	2	.	.	10	1.5
<i>Cobitis rotundicaudata</i> (새코미꾸리)	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1	0.1
<i>Nituaella multifasciata</i> (수수미꾸리)	11	.	.	.	.	6	.	.	.	17	2.5
<i>Pelteobagrus fulvidraco</i> (동자개)	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	0.1
<i>Pelteobagrus brevicarpus</i> (꼬치동자개)	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1	0.1
<i>Silurus asotus</i> (메기)	.	2	.	.	.	.	.	.	.	2	0.3
<i>Silurus microdorsalis</i> (마유기)	.	.	.	.	.	2	.	.	.	2	0.3
<i>Liobagrus mediadiposalis</i> (자가사리)	2	.	.	.	.	3	.	1	6	0.9	
<i>Oryzias latipes</i> (송사리)	.	.	.	.	.	4	.	.	.	4	0.6
<i>Pungitius sinensis kaibarae</i> (잔가시고기)	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1	0.1
<i>Monopterus albus</i> (드렁허리)	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	0.1
<i>Coreoperca herzi</i> (꼭지)	.	.	.	.	.	3	.	.	.	3	0.4
<i>Lepomis macrochirus</i> (파랑볼우럭)	.	.	2	.	.	.	.	.	.	2	0.3
<i>Odontobutis platycephala</i> (동사리)	2	5	4	5	.	9	3	2	3	33	4.8
<i>Rhinogobius brunneus</i> (말어)	6	.	.	2	.	7	.	.	.	15	2.2
<i>Macropodus chinensis</i> (버들붕어)	.	.	5	.	.	.	.	.	.	5	0.7
<i>Channa argus</i> (가물치)	.	.	1	.	.	.	.	.	.	1	0.1
Number of species											
Number of individuals											
	12	14	16	17	5	21	7	5	8	42	
	89	74	97	111	64	131	46	33	36	689	

R.A.; Relative abundance

3.3. 조사 지점별 군오염지수 및 수질 등급의 판정

Fig. 2와 Fig. 3은 수질관정표를 이용한 군오염지수 (GPI)와 전기전도도(EC) 및 BOD와의 상관관계를 나타낸 것이며, Fig. 4는 BOD와 전기전도도(EC)와의 상관관계인데 각각 0.9 이상의 매우 높은 상관도를 가지는 비례관계를 보였다. 전기전도도와 BOD₅의 상관도로 볼 때 환경평가가 자료로서의 안정도 및 신뢰도가 우수하며,^{30, 31)} 측정의 간편성 때문에 GPI를 이용한 수질 판정시 그 보정 및 비교를 위한 유효한 자료로 사용될 수 있다.

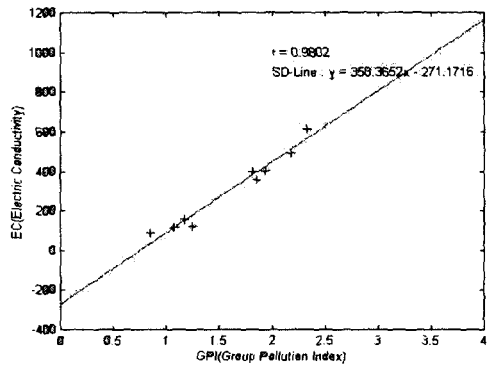


Fig. 2. Relationship between GPI and EC.

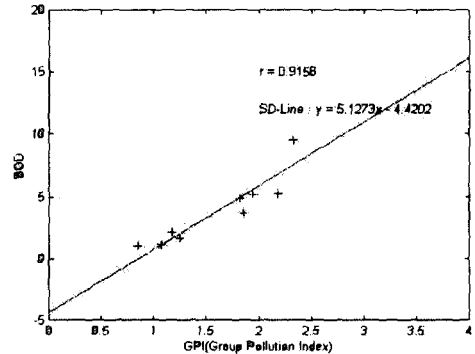


Fig. 3. Relationship between GPI and BOD.

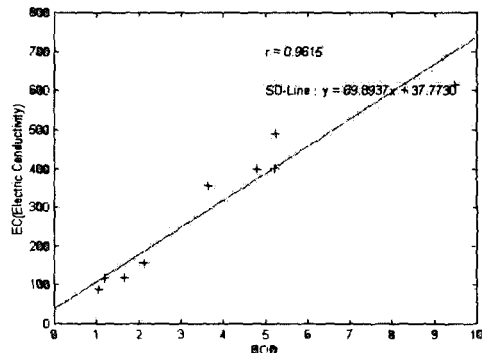


Fig. 4. Relationship between BOD and EC.

Table 6은 수질판정표를 이용한 각 조사 지점별 군오염지수와 수질 등급을 나타낸 것이다. 금호강 본류의 상류 수역(St. 1)은 군오염지수가 0.85로 1급수에 해당되었는데 이는 구조 및 저서성 대형무척추동물의 서식 현황의 결과로 나타난 빈부수성에서 β 중부수성으로 수질 환경을 평가한 내용^{5,6,8,32}과 일치하였다. 금호강의 중류(St. 2, 3, 4)는 군오염지수가 각각 1.86, 1.94, 1.82로 3급수로 나타났는데 그 중 St. 2와 3은 영천시와 금호읍에서 배출되는 생활하수와 농축산폐수로 인한 것으로 또 St. 4는 하양읍과 대구시의 생활하수가 유입되어 수질이 악화된 것으로 판단할 수 있다. 금호강의 중하류(St. 5)는 군오염지수가 2.33이며 4급수로 판정되었는데, 서식하는 어종도 붕어, 떡붕어, 참붕어, 참물개와 같은 오염에 대한 내성이 강한 어종이 확인되었으며 수질이 매우 악화되어 있었다. 이는 저서성 대형무척추동물의 조사에서 강부수성으로 판정한 결과⁸와 유사하였다.

Table 6. Group Pollution Index and water quality criteria at each station in the Keurnho River.

	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9
GPI	0.85	1.86	1.94	1.82	2.33	1.17	1.25	2.18	1.07
WQ	I	III	III	III	IV	II	II	III	II

GPI: Group Pollution Index, WQ: Water Quality

금호강의 지류인 신령천(St. 6) 상류는 군오염지수 1.17로 2급수로 나타났으며, 이는 윤과 공⁸이 이 수역을 β -중부수성으로 판정한 것과 일치하였다. 신천의 상류(St. 7)는 군오염지수 1.25로 2급수였으나 신천의 중류(St. 8)는 군오염지수가 2.18로 3급수로 나타났다. 이는 신천이 대구시를 관통하면서 오염원의 유입으로 수질이 악화된 것으로 판단되는데 다른 지표생물에 의해 α -중부수성 또는 강부수성으로 판정된 수질 등급과 비슷하였다.^{5,6,8,32} 동화천의 중상류(St. 9)는 군오염지수가 1.07로 2급수에 해당하였지만 상류(백안동)의 경우는 버들치, 갈겨니, 자가사리가 서식하는 1급수로 판정되었다. 그러나 앞으로는 공산동 일대가 생활거지로 변하여 많은 인가가 들어서게 되면 하천의 수질이 악화될 것으로 판단된다.

4. 결론

금호강 수계에 서식하는 어종은 15과 31속 42종이었다. 우점종군은 *Zacco platypus*, *Zacco temmincki*, *Squalidus chankaensis tsuchigae*, *Moroco oxycephalus*, *Squalidus gracilis majimae* 등이었고, 희소종은 *Hemibarbus longirostris*, *Pseudogobio esocinus*, *Culter brevicauda*, *Cobitis rotundicaudata*, *Pseudobagrus fulvidraco*, *Pungitius sinensis kaibarae*, *Monopterus albus*, *Channa argus* 등이었다. 유기오탁에 대한 군오염지수(GPI)와 전기전도도(EC) 및 BOD와의 상관관계는 0.9 이상의 높은 상관관계를 보였다. 군오염지수는 St. 1에서 0.85로 가장 낮았으며, St. 5에서는 2.33으로 가장 높았다. 그 외의 다른 조

사지점들은 1 ~ 2 사이의 값을 나타내었다. 군오염지수에 따라 금호강 수계의 수질을 판정해 보면 본류의 상류 수역(St. 1)은 빈부수성으로 1급수, 중류(St. 2, 3, 4)는 β -중부수성으로 3급수, 중하류(St. 5)는 강부수성인 4급수로 판정되었다. 금호강의 지천인 신령천(St. 6), 신천(St. 7), 동화천(St. 9)의 조사지점은 2급수로 나타났다. 본 조사의 결과에서 담수어를 이용한 수질판정법은 다른 지표생물(부착구조, 저서성 대형무척추동물)을 이용한 것과 같은 결과를 얻게됨으로써 담수어에 의한 수질판정도 가능성이 밝혀졌다.

참고 문헌

- 1) 水野信彦, 御勢久右衛門, 1972, 河川の生態學, 築地書館, 東京, 104-215.
- 2) 津田松苗, 1972, 水質汚濁の生態學, 公害対策技術同友會, 東京, 53-136.
- 3) 津田松苗, 森下郁子, 1974, 生物による水質調査法, 山海堂, 東京, 76-172.
- 4) 윤일병, 1990, 생물에 의한 환경평가, 생물과학 심포지움 11, 21-32.
- 5) 최재신, 정준, 김도한, 1993, 부착구조 군집에 의한 신천의 수질비교, 육수지 26(3), 165-174.
- 6) 이정호, 정준, 1992, 금호강의 오탁도에 따른 부착구조의 정점별 변화, 육수지, 25(1), 31-40.
- 7) 유광일, 임병진, 1990, 한강 하류계의 식물플랑크톤 군집과 수질오염지표에 대하여, 육수지, 23(4), 267-278.
- 8) 윤일병, 공동수, 1992, 저서성 대형무척추동물에 의한 금호강 수계의 생물학적 수질평가, 육수지, 25(3), 177-184.
- 9) 윤일병, 공동수, 유재근, 1992, 저서성 대형무척추동물에 의한 생물학적 수질평가 연구(III)-육안적 간이수질평가방법을 중심으로-, 환경생물학회지, 10(2), 77-84.
- 10) 이종욱, 차진열, 류성만, 1996, 낙동강 생태조사 보고서(저서성 대형무척추동물에 의한 낙동강 본류 및 지류의 수질평가연구), 145-286.
- 11) 김익수, 김환기, 1975, 전주천의 수질오탁과 어류군집의 변화에 관한 연구, 육수지, 8(3-4), 7-14.
- 12) 최기철, 전상린, 1979, 수질판정을 위한 지표담수어에 관한 연구, 자연보존연구보고서 제1집, 217-229.
- 13) 최신석, 박종성, 1979, 금강하류 수역의 수질오탁과 보호어류 및 특산어류조사, 자연보존연구보고서 제1집, 241-256.
- 14) 전상린, 김익수, 1981, 기수역에 있어서 수질오탁이 어류군집에 미치는 영향, 자연보존연구보고서 제3집, 269-277.
- 15) 정준, 양홍준, 1981, 영천 人工 Dam호 예정지의 육수생물학적 연구, 경북대논문집, 31, 249-267.
- 16) 양홍준, 정준, 1984, 합천 인공Dam호 예정지의 육수생물학적 연구, 경북대논문집, 38, 125-141.
- 17) 양홍준, 남명모, 1985, 대천 Dam 예정지의 어류상과

- 수질 및 기후에 관하여, 경북대논문집, 40, 325-335
- 18) 양홍준, 채병수, 1994, 대도시 주변 하천수계의 수질 환경과 육수생물학적 연구-금호강수계의 어류상과 어류군집구조(II), 육수지, 27(2), 177 -188.
 - 19) 성치남, 백근식, 최지혁, 조현욱, 김종홍, 1997, 주암호 지천의 수질과 어류군집, 육수지, 30(2), 107-118.
 - 20) 可兒藤吉, 1944, 溪流昆蟲の 生態, 研究社, 東京, 171-195.
 - 21) 정문기, 1977, 한국어도보, 일지사, 서울, 727pp.
 - 22) 최기철, 전상린, 김익수, 손영목, 1990, 원색한국담수어류도감, 향문사, 277pp.
 - 23) 김익수, 강언중, 1993, 원색한국어류도감, 아카데미서적, 서울, 477pp.
 - 24) 김익수, 1997, 한국동식물도감 제37권 동물편(담수어류), 교육부, 629pp.
 - 25) Nelson, J. S., 1994, Fishes of the World, John Wiley & Sons, New York, 600pp.
 - 26) 전상린, 1989, 수질조사지표생물로서 담수어류의 타당성에 대하여, 자연보존 12(3), 12-13.
 - 27) Alabaster, J. S., 1982, Water quality criteria for freshwater fishes, 2nd ed., Butterworth Scientific Publ., London. 345pp.
 - 28) Liebmann, H., 1962, Handbuch der Frischwasser und Abwasserbiologie, Vol. 1, and ed., R. Oldenbourg, München. 588pp.
 - 29) Beck, T. W., 1964, Biological measurement of water pollution, Chen. Eng. Progress., 60, 39-43.
 - 30) Kobayasi, H., Mayama, K. Asai and S. Nakamura., 1985, Occurrence of diatoms collected from variously polluted rivers in Tokyo and its vicinity, with special reference to the correlation between relative frequency and BOD₅. Bull. Tokyo Gakuge Univ. Sect. 4, 37, 21-46.
 - 31) Watanabe, T., K. Asai, 1990, Numerical simulation using diatom assemblage of organic pollution in streams and lakes. Rev. Inquiry and Research, 52, 99-139.
 - 32) 박정원, 김용재, 정준, 1995, 금호강의 식물성플랑크톤 군집 구조, 육수지 28(1), 49-60.