

# 기후와 수생태 환경변화를 통해 본 가평천의 어류군집변동<sup>1)</sup>

홍영표<sup>2)</sup>

(사)한국민물고기보전협회

기후와 수생태환경의 변화에 따른 어류상의 변화를 보기 위하여 1984년부터 2020년도 까지 약 36년 동안 가평천유역 일대 어류군집의 변화를 살펴보았다. 조사된 어류는 총 11과 43종 9,122개체였으며 우점종은 참갈겨니, 아우점종은 피라미였고 기타 우세종은 줄납자루, 쉬리, 돌고기 등이었다.

한국고유종은 25종이 조사되었다. 법정보호종으로는 멸종위기 II급 종인 가는돌고기, 묵납자루 등 2종을 확인하였고, 천연기념물 259호인 어름치가 확인되었다. 기타 분포특이종으로는 민물검정망둑이 가평군어류군집에 포함되었으며, 생태계교란야생생물은 배스가 확인되었다. 군집분석 결과 우점도는 점차 증가하고 종의다양도와 균등도는 점차 하강하는 것으로 나타났다.

기후와 수질오염, 보 등의 어류의 이동장애와 같은 수생태환경의 변화로 어름치, 돌상어, 가는돌고기, 묵납자루 등 법정보호종 대부분이 매우 희귀종이며, 극히 일부의 지점에서만 나타나고, 고유종이며 산소와 먹이자원에 민감한 종인 배가사리, 새코미꾸리, 냉수성 어종인 대륙종개 집단도 점차 감소하는 집단으로 보여, 가평천유역의 생태계 파편화가 심각하게 진행되고 있는 것으로 나타났다.

## 서 론

2020년 10월 24일은 세계물고기이동의 날이다. 세계어류회유재단(Fish Migration Foundation)과 런던동물학회(Zoological Society of London)의 보고에 의하면 세계적으로 민물고기의 종수가 눈에 띄게 감소하고 있으며, 이 보고서가 발표한 지구생명지수(Living Planet Index)에 의하면 전 세계에 살고 있는 연어 같은 회유성민물고기의 개체는 약 76%가 감소했다고 보고하고 있다(환경운동연합, 2020). 어류의 고향은 바다이다. 대부분의 민물고기는 본래 고향이 바다이나 일부어종은 육지의 민물에 들어와서 갇혀서 생활하다가

1)Changes in Fish Communities in Gapyeong Stream through Climate and Aquatic Environment Change

2)HONG, Young-Pyo, E-mail: nhmmost@hanmail.net

다시 바다로 가지 못한 종들이 있다. 이들 종을 1차 담수어라고 한다. 일부 종은 민물과 바다 양쪽에 다 적응하여 사는데 이들 종을 2차 담수어라고 한다. 거꾸로 민물에서는 전혀 살 수 없는 종은 해수어라고 한다. 보통 민물고기라고 하면 해산어를 제외한 1차 담수어와 2차 담수어를 말한다. 말하자면 1, 2차 담수어는 본 고향이 바다이고 강을 따라 올라와 오늘날과 같이 순수민물과 민물과 바닷물을 오고가며 생활하게 된 것이다. 이들 중에는 아주 먼 거리를 이동하는 연어와 송어, 뱀장어 등이 있는가 하면 겨울에는 연해에서 생활하다가 민물에 와서 산란하는 은어와 황어, 황복과 같은 종도 있다. 이러한 민물과 바다의 이동 뿐 아니라 같은 하천에서도 봄에는 계곡과 하천의 여울지역으로 이동해서 산란하고 가을이면 하천의 깊은 곳으로 내려가 월동한 후 이듬해에 다시 하천의 상류로 올라가는 것을 보면 모든 물고기는 서식지 이동을 기본으로 하고 있는 셈이다. 어류는 변온동물로서 하천의 수온과 장애물 그리고 영양염에 큰 영향을 받는다. 최근 기후의 변화에 의한 기온의 상승과 불규칙성은 해수는 물론 담수의 환경에도 영향을 미치고 있다. 기온의 상승은 수온에 영향을 미치고 수온의 상승은 수중 미생물의 활동에 영향을 미치며, 물속의 산소를 빼앗아 간다. 더욱이 최근 증가하고 있는 질소와 인산염의 증가로 수생태계에 커다란 영향을 미치고 있다. 또한 우리나라에는 34,000여개의 농업용 보가 있다. 이들 보는 이동하는 물고기의 짝짓기와 먹이활동을 방해하고, 흐르는 물의 흐름을 늦추어 수온을 상승하게 하고 용존산소의 양을 줄인다. 결국 이러한 기후 변화와 환경변화에 따른 수생태계의 변화는 물속의 최종소비자인 어류의 종과 개체수에 영향을 미친다.

본 연구는 1984년대부터 2020년까지 약 36년 동안 북한강의 지류인 가평천을 대상으로 하여 어류의 서식종과 개체군의 변화를 살펴봄으로서 수생태계의 변화를 알아보고자 하였다.

가평천은 계관산, 화악산, 백운산, 명지산, 귀목봉, 청계산, 연인산등 비교적 높은 산들에 의해 둘러 싸여져 있으며 이 산을 경계로 하여 가평천 유역으로 물이 집수되어 북한강 본류로 유입된다. 가평천을 본류로 하여 개곡천, 백둔천, 소법천, 화악천, 홍적천등의 지류가 있다. 높은 산과 급한 경사구배가 다양한 하상을 형성하고 있으며 유량이 많은 북한강본류와 인접해 있어서 많은 어류들이 산란하는 산란장을 가지고 있어 다양한 어류군집의 형성에 매우 적합한 조건을 가지고 있다. 그러나 최근 많은 팬션 등 하천을 중심으로 하는 생활공간이 확대되면서 어류의 서식에 절대적인 영향을 주는 수량과 수질에도 크게 영향을 미칠 것으로 보인다. 본 연구는 그동안 가평천을 중심으로 한 연구결과 비교하면서 가평천 유역에 서식하고 있는 어류군집과 다양성, 그리고 우세종과 희소종, 특히 감소해가는 종을 중심으로 논의 해보고자 한다. 본 지역을 대상으로 한 선행조사와 사용된 데이터는 최(1984), 제2차 전국자연환경조사(1998~2005)에서 남과 여(1998), 전과 김(2001), 제3차전국자연환경조사(2006~2012)에서는 최와 고(2006), 김과 안(2006), 제4차 전국자연환경조사(환경부, 2013~2018)에서는 백과 김(2014)의 결과를 사용하였다.

본 연구는 위의 데이터 결과와 제5차 전국자연환경조사의 일환으로 어류의 분포 및 서식현황 결과를 이용하였다.

## 조사방법 및 지점

### 1. 조사방법

정성 및 정량조사를 위하여 제5차 전국자연환경조사지침(2019)에 의하였으며 어류의 채집은 족대(5 × 5 mm)와 투망(6 × 6 mm)을 주로 사용하였으며 필요에 따라 잠수관찰등을 이용하였다.

채집된 어류는 현장에서 동정한 후 방류하였다.

어류의 동정은 김 등(2005), 채 등(2019)에 따랐으며 학명과 어류 목록의 배열순서는 “국립생물자원관, 2017국가생물종목록”에 의하였다.

### 2. 조사일정 및 조사지점

최(1984)는 1984년 다음과 같이 가평천내 4개 지점에서 6회 조사하였다.

St. 1 경기도 가평군 가평읍 읍내리(3회)

St. 2 경기도 가평군 북면 제령리

St. 3 경기도 가평군 북면 목동리

St. 4 경기도 가평군 가평읍 마장리, 마장교

남과 여(1998)은 가평천 상류인 가평군 북면 적목리, 용수동, 거릿내, 명지산입구, 북면 제령리, 북면 화악2리 건들내, 화악리 화악교, 소법2리 만내와 싸리재, 목동2리 평목교, 북면 이곡리 개곡교, 가평읍 개곡 2리와 개곡리, 읍내리 가평교등 13개 지점에서 조사하였다. 전과 김(2001)은 가평군 하면 승안리 물안골, 경반리, 승안리 회목동, 북면 백둔리 양

표 1. 조사일정

도엽명(격자)	지점	조사기간	
		1차 조사	2차 조사
가평(E01)	St. 1	2020. 05. 11~05. 13	2020. 09. 22
가평(E01)	St. 2	2020. 05. 11~05. 13	2020. 09. 22
목동(E08)	St. 3	2020. 05. 11~05. 13	2020. 09. 22
목동(E07)	St. 4	2020. 05. 11~05. 13	2020. 09. 01
상천(E02)	St. 5	2020. 05. 11~05. 13	2020. 09. 21
상천(E03)	St. 6	2020. 05. 11~05. 13	2020. 09. 23
목동(E09)	St. 7	2020. 05. 11~05. 13	2020. 09. 21
목동(E06)	St. 8	2020. 06. 08~06. 09	2020. 09. 21
목동(E05)	St. 9	2020. 06. 08~06. 09	2020. 08. 31
목동(E04)	St. 10	2020. 06. 08~06. 09	2020. 08. 31
목동(E01)	St. 11	2020. 06. 08~06. 09	2020. 09. 01

**표 2. 조사지점 행정구역**

지점	행정구역
St. 1	경기도 가평군 가평읍 읍내리, 가평교, 가평천
St. 2	경기도 가평군 가평읍 승언리, 엽광교
St. 3	경기도 가평군 북면 가화로 목동유원지, 가평북면우체국
St. 4	경기도 가평군 북면 제령리, 제령교, 시크릿펜션
St. 5	경기도 가평군 북면 경반리, 경반천, 경반분교캠핑장
St. 6	경기도 가평군 북면 승안리, 승안천, 연인산테라스
St. 7	경기도 가평군 북면 목동리, 싸리재산장펜션
St. 8	경기도 가평군 북면 목동리, 먹골로 491
St. 9	경기도 가평군 북면 화악리, 신당교
St. 10	경기도 가평군 북면 화악리, 충만교, 룩키펜션
St. 11	경기도 가평군 북면 화악리, 푸른산계곡산장

짓말, 북면 도대리 익근리, 북면 적목리 익산등 6지점에서 조사하였다. 최와 고(2006)는 가평일대의 9개 지점, 목동일대의 9개 지점에서 조사하였다. 김과 안(2006)은 적목일대에서 9개 지점, 상천일대에서 2개 지점을 조사하였다. 백과 김(2014)은 가평천하류유역의 13개 지점에서 2차에 걸쳐서 조사하였다. 2020년도 가평천하류유역의 조사일정 및 조사 행정구역은 다음과 같다(표 1, 표 2).

### 3. 군집분석

군집분석을 위하여 우점도지수는 McNaughton(1967), 다양도지수는 Pielou(1969), 균등도지수는 Pielou(1975), 풍부도지수는 Margalef(1958)에 의하였다.

## 결 과

### 1. 어류상

가평천유역 일대에서 1984년부터 조사된 어류는 총 9과 33종, 2,376개체였으며, 우점종은 참갈겨니, 아우점종은 줄납자루였고 기타 우세종은 쉬리, 피라미, 돌고기 등이었다. 한 국고유종은 25종이 조사되었다. 법정보호종으로는 멸종위기 야생생물 II급인 가는돌고기, 묵납자루 등 2종이 확인되었고, 천연기념물은 어름치가 조사되었다. 기타 분포 특이종으로는 금강모치와 육봉종인 민물검정망둑과 꼭저구 등이 확인되었으며, 생태계교란야생생물은 배스가 확인되었다(표 3).



그림 1. 가평천하류 유역 조사지점

**표 3.** 가평천 유역의 어류상.(1984: 최,1984; 2차: 제2차 자연환경조사; 남과 여, 1998, 전과 김, 2001, 3차: 제3차 전국자연환경조사; 최와 고, 2006, 김과 안, 2006, 4차: 제4차 전국자연환경조사; 백과 김, 2014, 5차: 2020년도 조사, 순: 순수담수어, 고: 한국고유종, 멸II: 멸종위기II)

어종명	과거 문헌기록					계	%	비고
	1984	2차	3차	4차	5차			
<b>Balitoridae, 종개과</b>								
<i>Orthrias nudus</i> , 대륙종개	5	32	1	4		42	0.46	순
<b>Cobitidae, 미꾸리과</b>								
<i>Iksookimia koreensis</i> , 참종개	85	30	22	15	22	174	1.91	순.고
<i>Koreocobitis rotundicaudata</i> , 새코미꾸리	17	44	106	3	9	179	1.96	순.고
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i> , 미꾸리	14	57	15	6		92	1.01	순
<b>Cyprinidae, 잉어과</b>								
<i>Acheilognathus chankaensis</i> , 가시납지리		4				4	0.04	순.고
<i>Acheilognathus lanceolatus</i> , 납자루	221	2			71	294	3.22	순
<i>Acheilognathus macropterus</i> , 큰납지리		11				11	0.12	순
<i>Acheilognathus signifer</i> , 묵납자루		2			30	32	0.35	순.고.멸II
<i>Acheilognathus yamatsutae</i> , 줄납자루	4	29	613	6	295	947	10.38	순.고
<i>Carassius auratus</i> , 붕어	18	11	1	36	1	67	0.73	순
<i>Coreoleuciscus splendidus</i> , 쉬리	34	263	152	31	198	678	7.43	순.고
<i>Gnathopogon strigatus</i> , 줄몰개		1				1	0.01	순
<i>Gobiobotia brevibarba</i> , 돌상어		3	17			20	0.22	순.고.멸II
<i>Hemibarbus labeo</i> , 누치			3	4	9	16	0.18	순
<i>Hemibarbus longirostris</i> , 참마자	3	14	8		4	29	0.32	순
<i>Hemibarbus mylodon</i> , 어름치		2			16	18	0.20	순.고.천
<i>Microphysogobio longidorsalis</i> , 배가사리	10	31	37	29	8	115	1.26	순.고
<i>Microphysogobio yaluensis</i> , 돌마자	44	7	10	22	2	85	0.93	순.고
<i>Opsarlichthys uncirostris</i> , 끄리					1	1	0.01	순
<i>Pseudogobio esocinus</i> , 모래무지	1	22	4	11	23	61	0.67	순
<i>Pseudopungtungia tenuicorpus</i> , 가는돌고기	4	17	9	2	10	42	0.46	순.고.멸II
<i>Pseudorasbora parva</i> , 참붕어		5				5	0.05	순
<i>Pungtungia herzi</i> , 돌고기	18	220	194	37	125	594	6.51	순
<i>Rhodeus notatus</i> , 떡납줄갱이					4	4	0.04	순
<i>Rhodeus uyekii</i> , 각시붕어		9			4	13	0.14	순.고
<i>Rhynchocypris kumkangensis</i> , 금강모치		42	19		85	146	1.60	순.고
<i>Rhynchocypris oxycephalus</i> , 버들치		117	104	54	97	372	4.08	순
<i>Sarchocheilichthys nigripinnis morii</i> , 중고기	2		1		1	4	0.04	순.고
<i>Sarchocheilichthys varigatus wakiyae</i> , 참중고기		5	2		7	14	0.15	순.고
<i>Squalidus gracilis majimae</i> , 긴몰개	2	2		15		19	0.21	순.고
<i>Zacco koreanus</i> , 참갈겨니	131	834	653	343	1136	3097	33.95	순.고
<i>Zacco platypus</i> , 피라미	193	574	188	113	136	1204	13.20	순

표 3. 계속

어종명	과거 문헌기록					계	%	비고
	1984	2차	3차	4차	5차			
<b>검정우럭과, Centrarchidae</b>								
<i>Micropterus salmoides</i> , 배스			2		3	5	0.05	외
<b>꺼지과, Centropomidae</b>								
<i>Coreoperca herzi</i> , 꺼지	5	30	47	15	44	141	1.55	순고
<b>망둑어과, Gobiidae</b>								
<i>Gymnogobius urotaenia</i> , 꼭저구			6			6	0.07	육
<i>Rhinogobius brunneus</i> , 밀어	108		73	28	13	222	2.43	육
<i>Tridentiger brevispinis</i> , 민물검정망둑					1	1	0.01	육
<b>동사리과, Odontobutidae</b>								
<i>Odontobutis interrupta</i> , 얼룩동사리					6	6	0.07	순고
<i>Odontobutis platycephala</i> , 동사리	31		7	5	2	45	0.49	순고
<b>독중개과, Cottidae</b>								
<i>Cottus koreanus</i> , 독중개		8				8	0.09	
			18			18	0.20	순고.멸II
<b>통가리과, Amblycipitidae</b>								
<i>Liobagrus andersoni</i> , 통가리	9	124	74	10	6	223	2.44	순고
<b>동자개과, Bagridae</b>								
<i>Leiocassis ussuriensis</i> , 대농갱이	1					1	0.01	순
<i>Pseudobagrus koreanus</i> , 눈동자개		10		4	1	15	0.16	순고
<b>메기과, Siluridae</b>								
<i>Silulus microdorsalis</i> , 미유기	1	30	14		6	51	0.56	순고
총수	24	33	30	21	33	43		
개체수	961	2592	2400	793	2376	9122	100	

## 2. 우세종과 희소종

가평천 유역에 서식하는 담수어류 43종 중 가장 큰 개체군은 참갈겨니였고 다음으로 피라미, 줄납자루, 쉬리, 돌고기, 버들치 등 상류와 최상류의 어류들이 우세종으로 나타나 가평천의 지형적 특징을 잘 나타내고 있다(그림 2). 그런 반면 대부분의 법적 보호종이 우세종 그룹에 포함되지 않은 것으로 나타나 이들 집단의 생태계 파편화에 따른 멸종이 우려된다. 법적보호종외에도 과거에 비해 뚜렷하게 그 수나 출현빈도가 적게 나타나는 종들이 있다. 대륙중개, 새코미꾸리, 배가사리, 돌마자, 통가리 등을 들 수 있다. 이들은 대부분 먹이원이 특별하고, 여울을 선호하는 종들로서 환경내성에 매우 약한 종들이다. 이들 멸종위기종들과 마찬가지로 이들 종의 분포역이 줄고 있는 것은 하천의 수질환경의 변화로 보인다. 최근 증가하고 있는 가평천 주변에 대량으로 밀집해 있는 펜션등 위락시설들의 생활하수와 무관하지 않은 것으로 보인다. 이를 관리하기 위한 분리 상하수도의 매설

과 하수전문처리장이 절대적으로 필요한 사항이다.

한편 가장 대표적인 우세종인 피라미와 참갈겨니의 개체수 분포를 보면 과거에는 피라미가 더 많았으나 5차 조사에서는 갈겨니가 월등하게 많았는데 이것은 이 지역이 과거에는 평야부에 빛이 많이 들어 피라미의 먹이원이 많았으나 최근에 와서 하천변에 비료 등 영양원이 증가하고, 이에 따라 식생이 증가하면서 빛을 차단함으로써 피라미 먹이원보다는 갈겨니 먹이원이 더 많아진 것 때문으로 보인다.

우세종과 희소종

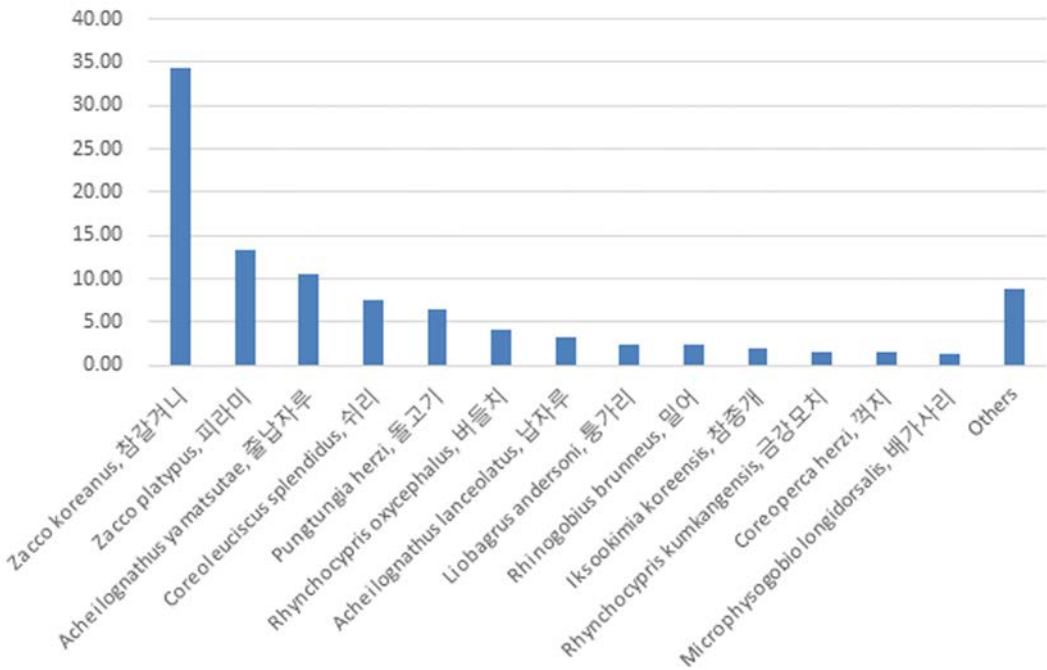


그림 2. 가평천유역 담수어류의 우세종과 희소종

### 3. 종의 다양도

군집분석의 결과 종풍부도는 2차와 4차가 높았으나 우점도는 과거보다 차수가 증가하면서 우점화경향이 강해짐을 볼 수 있다. 이를 반영하듯 다양도와 균등도는 더욱 감소하는 경향을 보인다. 이러한 경향은 과거에 비해 다양한 어종이 균등하게 분포하지 못함을 보여준다(표 4).

본 조사와 선행 조사(환경부 제2차 전국자연환경조사; 남과 여, 1998; 전과 김, 2001; 제3차 전국자연환경조사; 최와 고(1), 2006; 최와 고(2), 2006; 김과 안, 2006; 최 등, 2008; 최등, 2011, 제4차전국자연환경조사; 백과 김, 2014)를 비교해 본 결과 선행 조사에서는



**표 4. 시기별 종의 풍부도, 우점도, 다양도 및 균등도**

구분	최(1984)	2차 조사	3차 조사	4차 조사	5차 조사
종풍부도(R1)	3.349	4.071	3.725	2.999	4.117
우점도(M)	0.137	0.176	0.162	0.225	0.261
다양도(P1)	2.301	2.248	2.271	2.105	1.988
균등도(E1)	0.724	0.643	0.668	0.691	0.568
종 수	24	33	30	21	33

총 11과 41종 6,746개체, 본 조사에서도 11과 43종 9,122개체로 총 종과 개체수는 43종 9,122개체가 채집되었는데, 본 조사에서는 대륙종개, 미꾸리, 가시납지리, 큰납지리, 줄물개, 돌상어, 참붕어, 긴물개의 8종이 확인되지 않았고, 끄리, 떡납줄갱이, 민물검정망둑, 얼룩동사리의 4종의 분포가 추가 되었다. 주목해야 할 것은 멸종위기 II급 종인 돌상어가 가평천 하류유역에서는 확인되지 않았으며, 멸종위기 II급 종인 묵납자루는 5차 조사에서만 확인되었다. 멸종위기 II급 종인 가는돌고기와 천연기념물인 어름치 모두 확인되었으나 그 분포범위는 매우 줄어든 것으로 볼 수 있다. 이상의 결과를 요약하면 표 5와 같다. 감소추세종은 돌상어, 어름치, 가는돌고기, 배가사리, 돌마자, 새코미꾸리, 금강모치, 대륙종개,

**표 5. 가평천유역의 감소추세종, 증가추세종 그리고 새개입종**

구분	종명	감소 또는 증가원인	
감소추세종	대륙종개	냉수성어종, 산소, 민감종	
	새코미꾸리	산소, 민감종	
	돌마자	산소, 민감종	
	배가사리	산소, 민감종	
	어름치	산소, 민감종	
	금강모치	냉수성어종, 산소, 민감종	
	피라미	수변식생증가	
	가는돌고기	산소, 민감종	
	돌상어	산소, 민감종	
	통가리	산소, 민감종	
	독종개	냉수성어종, 산소, 민감종	
	증가추세종	참갈겨니	수변식생증가
		누치	먹이원
새개입종	끄리	먹이원	
	떡납줄갱이	유속감소	
	얼룩동사리	유속감소	
	민물검정망둑	유속감소	

통가리, 독중개, 피라미 등 11종이며 그 원인은 이들종이 냉수성어종이거나, 산소내성에 약한 종, 먹이습성이 수서곤충이나 규조류 등 특별한 먹이원에 적응되어 있는 종들이기 때문이며 증가추세종 역시 먹이자원의 형성조건과 관련이 있는데 피라미는 하천변 영양염의 증가로 수변식물이 번성함으로써 빛이 차단되는 결과를 만들고 이는 부착조류의 광합성에 영향을 미쳐 주먹이인 부착조류의 양이 줄어 든 까닭이며, 참갈겨니가 증가하는 원인은 역시 수변식물이 증가함으로써 빛이 줄게 되고 동물성먹이를 주로 하는 참갈겨니의 서식에 적합한 환경으로 변화되기 때문이다. 그 밖에 끄리와 떡납줄갱이, 민물검정망둑 얼룩동사리 등은 물의 흐름이 다소 약한 곳에 살면서 여울을 이용하는 종으로 청평호의 영향으로 개입된 것으로 보인다(표 5).

## 고 찰

본 지역의 수환경은 조사 지역이 대부분 산악지형으로 오염원이 적고 물이 맑아 비교적 우수하였으나 상류부에 펜션 등의 증가에 따른 생활오수의 유입흔적이 많고, 산간계류로서 사방댐과 보가 매우 많았다. 하천의 상류부로서 상류지역은 시골농가나 펜션, 그리고 많은 경작지 등에서 생활하수와 경작용 비료에 노출되어 있다. 집수역내 대부분의 하천 주변의 주택과 펜션은 대부분의 하수처리가 수세식 정화조에 의존하는 결과이다. 수세식 정화조는 고품의 부분은 제거가 되지만 최종의 유출수는 많은 질소와 인을 포함하고 있다. 이들 영양염과 밭에 뿌려지는 잉여량의 비료는 강우 시에 모두 하천으로 흘러 들어온다. 또한 하천관리와 유량확보를 위한 수없이 많은 보들은 물의 흐름을 늦추고, 정체시기의 증가를 통해서 수온을 올린다. 더욱이 최근 기후변화에 따른 온난화와 급작스런 일기의 변동은 변온동물인 어류들에게는 매우 치명적인 것이다. 댐이나 보와 같은 하천 구조물은 물의 성질을 흐름의 성질을 바꿔 어류의 짝짓기, 먹이활동을 제한한다. 위의 결과에서 보는 것처럼 이러한 보의 증가와 유기물의 증가는 멸종위기종과 천연기념물, 많은 한국고유종들의 서식지 파편화와 연결되는 것으로 보인다. 멸종위기종 II급 종인 돌상어는 과거에는 확인되었으나 본 조사지역에서 전혀 확인할 수가 없었고, 가는돌고기, 묵납자루 그리고 천연기념물인 어름치도 지점 3에서만 확인됨으로서 서식지의 파편화가 진행되고 있음을 확인할 수 있었다. 특히 지점 3의 경우도 전체적으로 나타나는 것이 아니라 극히 일부 지역에서 잠수관찰에 의해서만 확인하였다. 이들 종의 장기적인 유지를 위해서는 상하수도의 분리를 통한 오염수 유역관리와 어류의 자유로운 이동통로가 확보되도록 수많은 보의 철거가 절대적으로 필요하다. 우리나라에는 약 34,000개의 농업용 보가 있다. 하천의 안전을 감안하여 양안을 중심으로 독을 쌓고 물의 흐름을 막는 보를 제거하되 보존과 보호를 위해 지속적인 안정적 유량 유지와 수질의 관리가 필요할 것으로 생각된다.

## 참고문헌

- 김익수, 최윤, 이충렬, 이용주, 김병직, 김지현, 2005. 한국어류대도감. 교학사: 1-675.
- 김병직, 안정현, 2006. 제3차 전국자연환경조사, 상천(377024) 일대의 담수어류, 환경부.
- 남명모, 여혜경, 1998. 제2차 전국자연환경조사, 가평·춘천, 화악산 일대의 담수어류 pp 1-18. 환경부.
- 백현민, 김상협, 2014. 제4차 전국자연환경조사, 가평천 하류유역의 어류상, 환경부.
- 전상린, 김지현, 2001. 제2차 전국자연환경조사, 가평 명지산일대의 담수어류 pp 282-289. 환경부.
- 최기철, 1984. 경기의 자연 담수어편. 경기도교육위원회: 160-164.
- 최병수, 송호복, 박종영, 조광현, 조성장, 2019. 한국의 민물고기. LG상록재단: 1-355.
- 최승호, 고명훈(1). 2006. 제3차 전국자연환경조사, 기평(377033) 일대의 담수어류, 환경부.
- 최승호, 고명훈(2). 2006. 제3차 전국자연환경조사, 목동(377031) 일대의 담수어류, 환경부.
- 환경운동연합, 2020. 힘차게 강물을 거슬러 오르는 연어에게 Love Flow. 미디어다움, 같이가치카카오 (2020.10.24.).
- Margalef, R. 1958. Information theory in ecology. *General Systematics* 3: 36-71.
- McNaughton, S.J. 1967. Relationship among functional properties of California Grassland. *Nature*, 216: 144-168.
- Pielou, E. C. 1969. *An introduction to mathematical ecology*. John C. Wiley & Sons, New York.
- Pielou, E. C. 1975. *Ecological diversity*. John C. Wiley & Sons, New York.

주요 출현 종 사진

	
목납자루	어름치
	
기논돌고기	금강모치
	
피라미	참갈겨니
	
통가리	새코미꾸리