

용담댐 건설로 인한 금강 상류의 하천환경변화 분석 III

- 생태변화분석 -

이승현* 정동양** 정승권***

요 지

댐 건설로 인한 인위적인 방류량 조절은 댐 하류지역에서 홍수 피해저감에 기여하고 있지만, 자연적인 유출 리듬이 파괴되어 유속, 수심, 건조지 확대와 같은 수량의 변동과 용존산소량, 영양염류, pH 같은 수질 변화, 그리고 하천 형태의 변화를 가져오게 된다.

하천에서의 생물 서식공간은 산림 등 육지 지역과는 달리 무엇보다 하천의 유체역학적인 영향을 받아 형성되고 발달한다. 인위적인 댐 방류량은 하류지역의 건조 면적을 증가시키기 때문에 하천 형태가 변화하는 결과를 가져오고, 댐 건설로 인하여 자연적인 홍수 유출이 급감하게 되면 건조면적이 확산되어 수변식물과 어류의 서식처 환경 변화를 유발하여 기존의 생태 균형이 파괴될 것으로 예상된다.

지금까지 국내에서 댐 건설로 발생하는 피해를 분석한 연구들을 분석해 보면, 수량 및 수질 변화에 대하여는 많이 제시하고 있지만 생태변화에서는 정량적인 피해를 제시한 연구가 없기 때문에 용담댐 건설로 인한 하류구간의 수변식물과 어류를 대상으로 정량적인 피해를 분석하는 것이 매우 필요하다.

따라서 본 연구에서는 용담댐 건설로 인한 인위적인 유출량 감소가 댐 하류 8km 구간에서 수변식물과 어류에 미치는 영향을 예측하고자 하였으며, 이를 위해 용담댐 기점 약 5km지점(조사지점 I)인 전북 진안군 용담면 감동리 주변지역에서 수변식물과 어류 군집에 대하여 2003년 5월부터 7월까지 3회 조사하였고, 추가로 약 1km지점(조사지점 II)인 전북 진안군 용담면 월계리 주변지역에서 수변식물을 중심으로 2003년 9월에서 10월까지 2회 조사하였다. 수변식물은 조사지점(I)인 5km지점에서는 전체적으로 13과 21종으로, 벼과가 4종, 국화과가 3종, 버드나무과, 콩과, 마디풀과가 2종씩, 바늘꽃과, 속새과, 십자화과, 장미과, 사초과, 삼과, 현삼과, 닭의장풀과가 각 1종씩 조사되었으며, 조사지점(II)인 1km지점에서는 15과 26종으로, 벼과가 4종, 마디풀과, 국화과가 3종, 버드나무과, 십자화과, 콩과가 2종씩, 바늘꽃과, 속새과, 자라풀과, 장미과, 사초과, 백합과, 현삼과, 골풀과, 닭의장풀과가 각 1종씩으로, 조사지점(I)보다 좀 더 많은 종이 분포하는 것으로 조사되었다. 또한 어류는 조사지점(I)에서 3회에 걸쳐 총 396개체가 채집되어 3목 8과 21종이었다. 이 중 한국 고유종은 11종이었고, 외래 어종은 검정우럭과 2종이 조사되었으며, *Zacco platypus*(피라미), *Zacco temmincki*(갈겨니), *Acheilognathus koreanus*(칼납자루), *Odontobutis platycephala*(동사리), *Coreoleuciscus splendidus*(쉬리) 순으로 분포하고 있었고, *Acheilognathus signifer*(묵납자루)는 댐 건설 전에는 많이 분포하였으나 현장조사에서 서식을 확인 할 수 없어 개체수의 큰 감소내지 멸종된 것으로 추정되었다.

1. 서 론

수자원의 이수 및 치수 목적으로 이루어지는 댐 건설은 하천의 상류와 하류 지역의 현저한 지형변화는 물론 주변의 자연적 균형까지 파괴시키는 경우가 있다. 즉, 댐의 하류쪽에서는 하상이 저하되고, 상류쪽에서는 퇴적량이 증대되어 그 주변 생태환경이 피해를 받게 되는 것이다. 따라서 본 연구에서는 금강 상류유역에 건설된 용담 다목적댐을 대상유역으로 하여 댐 건설전과 건설후의 수변식물 및 어류의 종변화와 개체변화를 통해 댐 건설로 인한 금강 상류유역의 생태변화를 분석하고자 하였다.

* 한국교원대학교 기술교육과 대학원·공학석사·043-230-3841
** 한국교원대학교 기술교육과 교수·공학박사·043-230-3750
*** (주)웹솔루스 엔지니어링사업부 수자원팀 대리·공학석사·02-887-7963

2. 하천 생태계 해석

2.1 수변 식물 서식처

수변식물은 어류의 생식 환경을 형성함과 동시에 수질 정화 및 하천경관의 향상 등 하천 환경에 중요한 요소이며, 하천생태계의 생물적 요소 중 1차 생산자로, 빛에너지를 화학에너지로 전환시켜 유기물질 속에 저장에너지로 저장시키는 에너지흐름과 무기물로 유기물을 생산하는 물질 순환의 중요한 역할을 수행하고 있다. 따라서 생물적 요소 중 1차로 생산자가 존재하며 생산자로 인해 소비자인 동물의 생존이 가능하게 된다.

하천에서 수변식물은 어류의 서식처를 제공하는 가장 큰 작용을 하며, 유입되는 토사와 부유물을 거르고, 수중의 미생물에 의해 유기물을 분해하며, 하천으로부터의 질소, 인을 흡수하고, 차광, 저해물질 생산에 의한 식물성 플랑크톤의 발생을 억제하고 유기물의 분해를 촉진하고 유해물질을 흡수한다.

2.2 어류 서식처

민물고기가 서식하는 물 속 환경은 물길의 경사, 유속, 수심, 바닥의 상태, 수생식물과 먹이생물의 풍부성, 수질과 염분 등의 정도에 따라 구분되기도 하지만 흔히 강의 상류, 중류, 하류 그리고 댐 호와 저수지 및 실개천으로 나누기도 한다.

2.2.1 계류

강 상류가 시작되는 최 상류의 계류는 경사가 심하여 물살이 매우 빠르고, 물길이 자주 굽어지면서 여울과 웅덩이가 반복된다. 이와 같은 계류에는 버들치, 버들개, 금강모치, 통가리, 자가사리, 열뚝어, 독종개, 미유기 등이 살고 있다.

2.2.2 상류

계류에 이어지는 경사가 비교적 완만한 하천 상류는 물길이 S자 모양으로 자주 굽어지면서 깊은 웅덩이와 물살이 매우 빠르며 큰 돌과 자갈바닥으로 이루어진 여울이 길게 나타나 수온은 비교적 차고 용존 산소가 많아 어류 서식에 좋은 조건을 지니고 있다. 이 수역에는 쉬리, 어름치, 꺾지, 쏘가리, 배가사리, 종개, 새코미꾸리, 꼬치동자개, 들상어, 꾸구리, 감돌고기, 눈동자개가 살고 있다.

2.2.3 중류

하천의 유폭이 넓어지고 유량이 많은 수역으로 작은 자갈이 많이 깔린 여울과 모래와 진흙이 섞인 깊고 넓은 웅덩이가 천천히 흐르는 물로 이어진다. 이 수역에는 우리 나라 하천에 가장 흔한 피라미와 갈겨니를 비롯하여 붕어 참마자, 모래무지, 돌고기, 돌마자, 끄리, 납자루, 참종개, 기름종개, 동자개, 동사리, 밀어, 각시붕어, 납자루, 줄납자루 등의 다양한 물고기가 많이 살고 있다.

2.2.4 하류

강폭이 넓어지고 굴곡이 없이 반듯하게 흐르는 동안 물 흐름이 약간 빨라지면서 바다로 이어지기 때문에 해수의 영향을 직접 혹은 간접으로 받고 물 투명도도 낮다. 하류의 바닥은 주로 모래로 깔려 있으나 하구에서는 진흙 바닥을 이룬다. 이 수역은 생산량이 많지는 않으나 위로부터 떠내려오는 유기물이 이 곳에 사는 생물들의 먹이가 된다. 이 수역에는 염분에 저항력이 있는 붕어, 잉어, 가물치, 끄리, 참붕어, 송사리, 미꾸리, 버들붕어 등이 살고, 연안에서 주로 생활하는 송어, 농어, 양태, 학공치, 복섬, 문절망둑, 날개망둑, 큰가시고기, 황어, 웅어 등이 서식한다.

2.2.5 저수지와 용수로

농업용수 사용을 위한 저수지와 용수로도 어류의 좋은 서식처가 되나 수위 변동이 심하여 서식처가 불안정하므로 종 다양성이 낮다. 바닥은 주로 진흙바닥으로 되어있고, 투명도가 낮으며, 부영양화로 용존산소도 낮은 편이다. 잉어, 붕어, 뚝붕어, 가물치, 왜물개, 송사리, 치리, 참붕어, 미꾸라지가 산다.

3. 조사 및 분석방법

본 연구에서 용담댐 하류구간의 수변 식물과 어류 군집에 대한 조사는 2003년 5월부터 8월까지 8회 실시하였으며, 하천의 특성을 잘 반영되고, 댐 건설 후 댐호로부터 나오는 여러 가지 물의 물리·화학적으로 영향을 받는 곳으로 판단되는 용담댐 하류 4km 기점을 조사지점으로 선정하였다.

수변 식물의 식물종의 동정에는 대한식물도감(이창복, 1980)과 한국귀화식물원색도감(박수현, 1995)에 근거하여 분류하였고 학명과 국명도 이를 근거로 하였다.

어류 채집 방법으로는 투망(망목 8 X 8 mm)과 족대(망목 5 X 5 mm)를 병행하여 조사하였다.

3.1 조사지점

조사지점(I)은 하천변에 *Salix glandulosa*(왕버들), *Salix gracilistyla*(갯버들), *Phragmites japonica*(달뿌리풀) 군락 등이 넓게 분포하고 있었으며, 완만한 경사로 인하여 유량변동에 의한 수위변화가 수변식물에 큰 영향을 미칠 것으로 추정되고, 완만한 유속과 수변식물이 발달하여 어류가 서식하기에 적합할 것으로 판단되며, 하천의 바닥은 자갈밭이 주를 이루고 있었고, 부분적으로 자갈과 모래를 이루고 있었다.



조사지점 I



조사지점 II

그림 1. 조사지점

조사지점(II) 역시 그림 1과 같이 하천변이 완만한 경사를 이루고 있었으며, 조사지점(I)과 유사한 식물 군락이 형성되었으며, 단초경식물 군락인 *Scirpus radicans*(도루박이) 군락이 하천의 정체된 수변을 중심으로 형성되어 있었다. 하천의 바닥은 모래가 주를 이루고 있었으며, 부분적으로 자갈과 모래를 이루고 있었다.

댐 건설 직전인 1998년 5월에서 10월까지 3차례의 조사된 자료에 의하면, 금강수계에는 전체 3강 28목 77과 221속 261종 1아종 35변종 2품종으로 전체 299분류군이 출현하였으며, 이 중에서 조사지점과 가장 근접한 전라북도 진안군 일대에는 230분류군으로 *Phragmites communis*(갈대)가 우점하고 *Miscanthus sacchariflorus*(물억새), *Typha angustata*(애기부들), *Persicaria thunbergii*(고마리), *Phragmites japonica*(달뿌리풀), *Hydrilla verticillata*(검정말), *Scirpus triangulatus*(송이고랭이), *Persicaria sieboldi*(미꾸리늪시), *Zizania latifolia*(줄), *Eleocharis kuroguwai*(올방개), *Aneilema keisak*(사마귀풀) 등이 자생하고 있었으며, 전반적으로 *Phragmites communis*(갈대)가 우점한 것으로 나타났다(한국수자원공사, 1998, pp. 181~212).

현장답사에서 수변식물은 조사지점(I)에서는 전체적으로 13과 21종으로, 벼과가 4종, 국화가가 3종, 버드나무과, 콩과, 마디풀과가 2종씩, 바늘꽃과, 속새과, 십자화과, 장미과, 사초과, 삼과, 현삼과, 닭의장풀과가 각 1종씩 조사되었으며, 조사지점(II)는 15과 26종으로, 벼과가 4종, 마디풀과, 국화가가 3종, 버드나무과, 십자화과, 콩과가 2종씩, 바늘꽃과, 속새과, 자라풀과, 장미과, 사초과, 백합과, 현삼과, 골풀과, 닭의장풀과가 각 1종씩으로, 조사지점(I)보다 좀 더 많은 종이 분포하는 것으로 조사되었으며, 두 조사지역에서 공통적으로 출현한 종은 *Salix glandulosa*(왕버들), *Salix gracilistyla*(갯버들), *Oenothera odorata*(달맞이꽃), *Phragmites japonica*(달뿌리풀), *Eragrostis ferruginea*(그렁), *Equisetum arvense*(쇠뜨기) 등 16종으로 나타났다.

3.2 수변 식물 및 어류현황

3.2.1 수변 식물

댐 건설 전의 수변 식물에 대하여는 참고문헌 등 관련 자료에서 제시된 자료는 금강 상류의 전반적인 지역으로 조사 지점이 상이하여 차이점이 있으나, 대략적인 상황을 파악하는 데 활용하였다.

댐 건설 직전인 1998년 5월에서 10월의 자료에 의하면, 전라북도 진안군 일대에는 *Phragmites communis*(갈대)가 우점하고 *Miscanthus sacchariflorus*(물억새), *Typha angustata*(애기부들), *Persicaria thunbergii*(고마리), *Phragmites japonica*(달뿌리풀), *Hydrilla verticillata*(검정말), *Scirpus triangulatus*(송이고랭이), *Persicaria sieboldi*(미꾸리늪시), *Zizania latifolia*(줄), *Eleocharis kuroguwai*(올방개), *Aneilema keisak*(사마귀풀) 등이 자생하고 있었으며, 전반적으로 갈대가 우점한 것으로 나타났다(한국수자원공사, 1998, pp. 181~212).

이번 현장답사에서 조사된 지점은 하천의 바닥은 자갈밭이 주를 이루고 있었으며, 부분적으로 자갈과 모래를 이루고 있었다. 수변 식물은 전체적으로 *Salix glandulosa*(왕버들), *Salix gracilistyla*(갯버들), *Oenothera odorata*(달맞이꽃), *Phragmites japonica*(달뿌리풀), *Miscanthus sacchariflorus*(물억새) 등이 군락을 형성하고 있었으며, 벼과의 정수식물인 달뿌리풀 군락이 수변에 가장 넓게 분포하고 있었으며, 표 1과 같이 조사되었다.

표 1. 댐 건설 후 조사지점의 수변식물

학 명	국 명	비고
<i>Salix glandulosa</i>	왕버들	버드나무과
<i>Salix gracilistyla</i>	갯버들	버드나무과
<i>Oenothera odorata</i>	달맞이꽃	바늘꽃과
<i>Phragmites japonica</i>	달뿌리풀	벼과
<i>Miscanthus sacchariflorus</i>	물억새	벼과
<i>Equisetum arvense</i>	쇠뜨기	속새과
<i>Hydrilla verticillata</i>	검정말	자라풀과
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	냉이	십자화과
<i>Trifolium repens</i>	토끼풀	콩과
<i>Duchesnea chrysantha</i>	뱀딸기	장미과
<i>Aeschynomene indica</i>	자귀풀	콩과
<i>Rumex acetosa</i>	수영	마디풀과
<i>Digitaria sanguinalis</i>	바랭이	벼과
<i>Echinochloa crus-galli</i>	돌피	벼과
<i>Aneilema keisak</i>	사마귀풀	닭의장풀과
<i>Carex heterolepis</i>	산비늘사초	사초과
<i>Juncus effusus</i> var	골풀	골풀과
<i>Stellaria alsine</i> var	벼룩나물	마디풀과
<i>Artemisia princeps</i> var	썩	국화과

3.2.2 어류 군집

댐 건설전의 어류 군집은 금강 상류구간에 대하여 어류 군집을 조사한 논문과 현지 주민의 진술을 바탕으로 작성하였다.

비교풍부도가 가장 높은 어종은 *Coreoperca herzi*(꺼지)로서 11.00%이었고, 그 다음으로는 *Acheilognathus signifer*(묵납자루) 9.81%, *Odontobutis obscurus*(얼룩 동사리) 8.70%, *Pseudobagrus emarginatus*(대농갱이) 8.40%, *Zacco platypus*(피라미) 8.10%, *Coreoleuciscus splendidus*(취리) 8.00% 등의 순으로 서식하는 것으로 나타났다(홍영표, 1982, pp. 5~8).

어류의 서식환경을 살펴 볼 때, *Coreoperca herzi*(꺼지)는 하천 상류 지역의 물이 맑은 곳에서 서식하는 어종이고, *Acheilognathus signifer*(묵납자루)는 물살이 느리고 물풀이 우거져 있으며 깊지 않은 개울이나 개울과 이어진 저수지 등지에서 서식하는 것으로 알려져 있다(참고문헌). 이는 댐 건설 전에 서식했던 어류 군집의 서식환경으로 판단하면, 댐 건설 전의 조사한 유역은 물이 맑고 비교적 유속이 느리다는 특징이 있다.

직접 현장에서 채집된 어류 군집은 <표 III-8>과 같이 조사되었다. 이번 조사에서 나타난 변화를 분석하여 보면, 댐 건설 전에 많이 분포하고 있었으나, 지금은 사라지거나 거의 모습을 찾아볼 수 없는 어종으로는

돌마자, 참종개, 눈동자개, 밀어가 있었으며, 새로 생긴 어종은 배스, 블루길로 새로 출현한 것으로 조사되었다.

이와같은 변화는 돌마자의 경우 맑은 물이 느리게 흐르고, 모래나 잔 자갈이 깔려 있는 곳에 서식하는 조건을 필요하는 반면, 배스나 블루길은 외래 어종으로 서식환경에 대한 순응도가 높으며, 배스는 다른 물고기들을 닥치는 대로 포식하여 생태계에 변화를 준다하여 방류를 중단하고 있다.

표 2. 댐 건설 후 조사지점의 서식어류 (※한국특산종)

학 명	국 명	비고
<i>Acheilognathus yamatsutae</i>	줄납자루	1次淡水魚
<i>Pungtungia herzi</i>	돌고기	1次淡水魚
<i>Hemibarbus logirostris</i>	참마자	1次淡水魚
<i>Pseudopungtungia nigra</i>	감돌고기	1次淡水魚
<i>Sarcocheilichthys wakiyae</i>	참종고기	1次淡水魚
<i>Pseudogobio esocinus</i>	모래무지	1次淡水魚
<i>Coreoleuciscus splendidus</i>	※쉬리	1次淡水魚
<i>Opsariichthys bidens</i>	꼬리	1次淡水魚
<i>Zacco platypus</i>	피라미	1次淡水魚
<i>Zacco temmincki</i>	갈겨니	1次淡水魚
<i>Cobitis koreensis</i>	※참종개	1次淡水魚
<i>Pseudobagrus sp.</i>	※눈동자개	1次淡水魚
<i>Liobagrus mediadiposalis</i>	※자가사리	1次淡水魚
<i>Coreoperca herzi</i>	※꺼지	1次淡水魚
<i>Rhinogobius brunneus</i>	밀어	陸封魚
<i>Squalidus chankaensis tsuchigae</i>	※참몰개	1次淡水魚
<i>Acheilognathus koreanus</i>	※칼납자루	1次淡水魚
<i>Hemibarbus labeo</i>	누치	1次淡水魚
<i>Odontobutis platycephala</i>	※동사리	1次淡水魚
<i>Micropterus salmoides</i>	배스	
<i>Lepomis macrochirus</i>	블루길	

4. 고찰 및 결론

본 연구는 용담댐 건설로 인한 금강 상류구간의 생태변화를 분석하고자 댐 기점 5km지점인 조사지점(I)과 댐 기점 1km인 조사지점(II)을 선정하였다. 수변식물의 경우는 조사지점(I)과 조사지점(II)에서 각각 13과 21종과 15과 26종이 조사되었다. 두 조사지역에서 공통적으로 출현한 종은 *Salix glandulosa*(왕버들), *Salix gracilistyla*(갯버들), *Oenothera odorata*(달맞이꽃), *Phragmites japonica*(달뿌리풀), *Eragrostis ferruginea*(그령), *Equisetum arvense*(쇠뜨기) 등 16종이었으며, 유량감소에 따른 천이과정을 장기적으로 예상하면 조사지점(I)에서의 경우 하천변에 위치한 *Phragmites japonica*(달뿌리풀)이 새롭게 형성된 건조지역으로 이동될 것으로 예상되며, 중간 강터에 위치한 식물은 낮은 강터으로 이동하여 수치적으로 4종에서 10종으로 25% 증가할 것으로 예측된다. 높은 강터의 경우는 10종에서 7종으로 70%의 천이가 가속될 것으로 보이며, 조사지점(II)에서는 중간강터에 위치한 식물은 낮은 강터으로 7종에서 13종으로 185%의 천이가, 높은 강터에 위치한 식물은 13종에서 6종으로 46%의 천이가 예상된다.

어류군집의 경우 조사지점(I)에서 3회에 걸쳐 396개체가 채집되어 3목 8과 21종이었다. 이 중 한국 고유종은 11종이었고, 외래어종은 검정우럭과 2종이 조사되었으며, *Zacco platypus*(피라미), *Zacco temmincki*(갈겨니), *Acheilognathus koreanus*(칼납자루), *Odontobutis platycephala*(동사리), *Coreoleuciscus splendidus*(쉬리)순으로 분포하고 있었고, *Acheilognathus signifer*(묵납자루)는 댐 건설전에는 많이 분포하였으나 현장조사에서 서식을 확인할 수 없어 개체수의 큰 감소내지 멸종된 것으로 추정된다.

하천의 수변식물 및 어류의 종변화 및 개체수의 증감은 하천유량의 증감과 밀접한 관련이 있으며, 댐 건설등으로 인한 하천건조면적의 증가는 생태변화에 큰 영향을 끼치게 된다. 이에 우리는 댐 건설 등 수자원 개발적인 측면뿐만 아니라 하천수환경의 변화를 예상하고 이를 개선 및 보수할 수 있는 기술적인 접근 또한 필요할 것으로 사료된다.