

영천댐 건설이 금호강의 어류 서식환경에 미치는 영향에 관한 평가

An Evaluation of Fish Habitat Conditions due to the Construction of Youngchun Dam in the Gumho River

박 봉 진* / 성 영 두** / 정 관 수***

Park, Bong Jin / Sung, Young Du / Jung, Kwan Sue

Abstract

In this study, flow duration analysis was conducted at the Gumho stage gauging station due to construction of the Youngchun dam. The flow duration characteristics were 10.49 m³/s of drought flow, 13.30 m³/s of low flow, 15.65 m³/s of normal flow, and 25.00 m³/s abundant flow before construction of Youngchun dam. But after construction of Youngchun dam, the flow duration characteristics were 2.07 m³/s, 2.89 m³/s, 4.0 m³/s, 9.36 m³/s and they had been deteriorated.

Applying the Physical Habitat Simulation Model by Instream Flow Incremental Methodology, the Weighted Usable Area(WUA)-Discharge Curve was developed for *Zacco Platypus* according to the growth stages. Using the WUA-Discharge Curve, the WUA Duration Curve was developed with exceedance probability of daily flow and evaluated fish habitat conditions due to the construction of Youngchun dam. As an evaluation result, the WUA was reduced and fish habitat environment was deteriorated due to the construction of Youngchun dam during the spawning and growth period of *Zacco Platypus*. However the exceedance probability of the 90 %, irrigation water supply from the Youngchun dam improved flow duration characteristics and Weighted Usable Area as well as fish habitat.

keywords : Flow Duration Analysis, Instream Flow Incremental Methodology(IFIM), Physical Habitat Simulation Model(PHABSIM), Weighted Usable Area(WUA), WUA-Discharge Curve, WUA Duration Curve, Fish Habitat Environment Evaluation

요 지

금번 연구에서는 금호강의 금호 수위관측소 지점에서 영천댐 건설에 따른 유황분석을 하였다. 분석 결과, 영천댐 건설 전에는 갈수량 10.49 m³/s, 저수량 13.30 m³/s, 평수량 15.65 m³/s, 풍수량 25.00 m³/s 이었으나, 건설 후에는 갈수량이 2.07 m³/s, 저수량 2.89 m³/s, 평수량 4.0 m³/s, 풍수량 9.36 m³/s 으로 유황이 상당히 열악해 진 것으로 분석되었다.

* 한국수자원공사 조사기획처 유역조사부 유역조사과장
Korea Water Resources Corporation San 6-2 Yeonchuk-dong Daeduk-Gu, Daejeon, 306-711, Korea
(e-mail: bongjinpark@kowaco.or.kr)

** 한국수자원공사 임진강건설단 단장
Korea Water Resources Corporation San 6-2 Yeonchuk-dong Daeduk-Gu, Daejeon, 306-711, Korea
(e-mail: ydsung@kowaco.or.kr)

*** 교신저자, 충남대학교 공과대학 토목공학과 부교수
Corresponding Author, Associate Professor, Dept. of Civil Engineering, ChungNam National University, Daejeon, 305-764, Korea (e-mail: ksjung@cnu.ac.kr)

유지유량 증분법의 물리적 서식처모의 모형을 적용하여 피라미의 성장단계별 가중된 가용면적-유량 관계곡선을 작성하였다. 이 관계곡선으로 유지 가능일 수를 초과확률로 가중된 가용면적의 서식처 현황곡선을 작성하고, 영천댐 건설에 따른 하천의 유황변화가 어류 서식환경에 미치는 영향을 평가하였다. 평가결과, 산란기와 성어기 모두 영천댐 건설에 따라 가중된 가용면적이 감소하여 어류 서식환경이 저하되었다. 그러나 산란기중 유량의 초과확률 90 % 이상에서는 영천댐에서 하류지역의 관개용수를 공급함으로써 유황이 개선되고 가중된 가용면적도 증가하여 어류 서식환경이 개선된 것으로 평가되었다.

핵심용어 : 유황분석, 유지유량 증분법, 물리적 서식처모의 모형, 가중된 가용면적, 가중된 가용면적-유량 관계곡선, 가중된 가용면적의 서식처 현황곡선, 어류 서식환경 평가

1. 서 론

우리나라의 수자원 개발은 이수와 치수 목적을 중심으로 수행되어왔다. 특히 댐의 건설은 이수측면에서는 수자원의 안정적인 공급을 가능케 하지만, 환경 측면에서는 부정적인 영향을 미치는 것으로 평가되고 있다.

국내의 댐이 하류 하천에 미치는 영향에 관한 연구는, 윤용남과 박무중(1993)의 한강유역의 댐 방류시 홍수위 및 홍수도달시간에 관한 연구, 황의준과 전경수(1997), 김상호와 김원(2002)의 한강 분류에 대한 흐름 해석, 김태균 등(2002)의 댐 건설에 따른 하류 유황변화 분석, 이진원 등(1993)의 댐건설로 인한 5대강 수계 분류의 유황변화 분석 등의 주로 댐 건설에 따른 하천 유황의 변화에 관한 연구가 시행 되었다. 또한 한국수자원공사(2003)의 다목적댐 하류 하천관리 개선방안, 지흥기(2004)의 댐 하류 하천의 유황 및 하상변동과 식생역 발달에 따른 홍수소통능력 저감 특성, 우효섭 등(2004)과 Choi et al.(2005)의 황강에서의 사주 식생활착과 침식에 대한 조사·연구 등이 시행된 바 있다. 그러나 댐이 하천의 생물 서식처에 미치는 영향을 정량적으로 평가하는 연구는 아직 부족한 실정이다.

금번 연구에서는 금호강의 금호 수위관측소 지점에서 영천댐 건설 전·후의 유황분석을 하였다. 또한 미 내무성 산하 어류 및 야생동물국(U.S. Fish and Wildlife Service)에서 제시한 유지유량 증분법(Instream Flow Incremental Methodology, IFIM)의 물리적 서식처 모의모형(Physical Habitat Simulation Model, PHABSIM)을 적용하여 피라미의 성장단계별 가중된 가용면적(Weighted Usable Area, WUA)-유량 관계곡선을 작성하였다. 이 가용면적-유량 관계곡선으로 유지 가능일 수를 초과확률로 가중된 가용면적의 서식처 현황곡선(WUA Duration Curve)을 작성하고 영천댐 건설에 따른 하류 하천의 유황변화가 어류 서식환경에 미치는 영향을 정량적으로 평가하였다.

2. 금호강유역 및 영천댐운영 현황

금호강은 낙동강의 주요 11개 지류 중의 하나로 경상북도 영일군 죽장면 가사리에서 발원하여 대구광역시를 관통하고 낙동강 하구로부터 167 km 상류인 경상북도 달성군 다사읍 죽곡리에서 낙동강과 합류한다. 금호강 유역면적은 2,088 km²으로 낙동강 전체유역면적 23,859 km²의 약 8.8 %를 차지하고 유로연장은 118 km이다.

금호강 유역의 상류에는 중규모의 영천댐이 있으며, 영천댐의 유역면적은 235 km²으로 금호강 전체 유역면적의 약 11 %를 점유하고 있다. 영천댐은 포항종합제철 및 관련 단지조성과 포항시의 인구증가에 따른 공업용수 및 생활용수를 공급하고, 부가적으로 댐 하류지역인 금호강 유역의 관개용수 및 하천유지용수의 공급을 위하여 1980년 12월 준공되었다(건설부, 1977).

영천댐은 연 평균 강우량 1,108 mm, 연 평균 유입량을 3.89 m³/s으로 산정하고, 생·공용수 2.55 m³/s, 관개용수 0.39 m³/s, 하천유지용수 0.46m³/s를 공급하는 것으로 설계되었다(건설부, 1977). 영천댐 준공 이후의 영천댐지점의 연 평균 강우량은 1,068 mm, 연 평균 유입량 3.91 m³/s로 관측되었으며, 용수공급은 Fig. 1에서와 같이 생·공용수가 2.44 m³/s, 관개용수가 0.26 m³/s, 하천유지용수가 0.27 m³/s를 공급하였다. 설계 당시와 비교하면, 연 평균 강우량이 40 mm가 줄었지만 유입량은 거의 비슷하였으며, 용수공급은 설계 당시 보다 생활용수 0.11 m³/s, 관개용수 0.13 m³/s, 하천유지용수 0.19 m³/s 씩 적게 공급한 것으로 분석 되었다.

3. 영천댐 운영에 따른 유황변화 분석

금호강에서 장기간 수위 관측 자료를 보유하고 있는 관측소는 성서, 동촌, 금호의 3개 수위표 가 있다. 하천정비기본계획 등에서는 동촌 수위관측소를 대표지점으로 선정하여 유황분석을 실시하였으나, 금번 연구에서

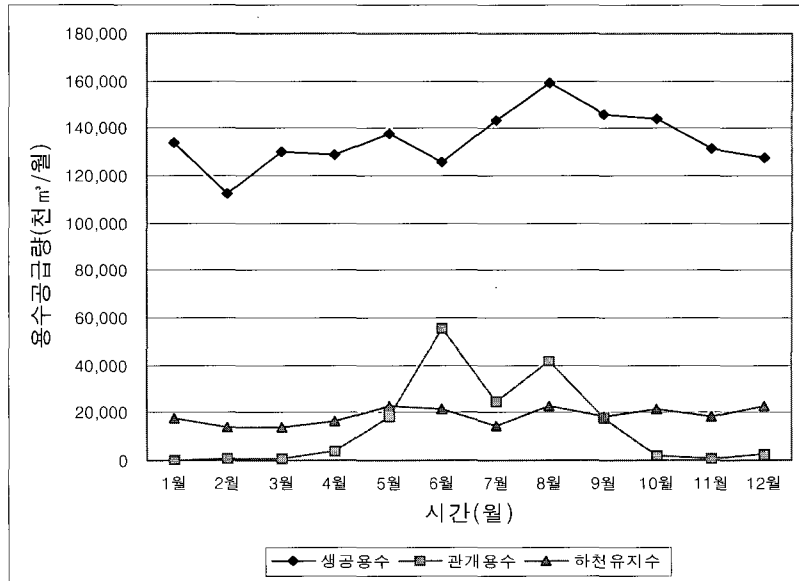


Fig. 1. 영천댐 용수공급 현황

는 영천댐의 영향을 고려하기 위하여 영천댐 직하류의 금호 수위관측소를 유황분석의 지점으로 선정하였다. 금호 수위관측소는 1962년 7월 1일 보통수위표로 관측을 개시하여 한국수자원공사에서 관리하여 오다가, 1988년 1월 1일부터는 T/M 관측소로 변경되어 낙동강 홍수통제소에서 관리하고 있다.

금번 연구에서는 금호 수위관측소의 1963년부터 2001년까지 39년간의 일평균 수위자료를 분석대상으로 하였다. 금호 수위관측소에서 관측된 일평균 수위자료에 포함된 결측과 관측 오류는 인근 우량 관측소와 수위 관측소 자료를 비교·검토하고 이상치 전후 수위를 비교하여 보간법으로 보정하였다.

금호 수위관측소의 일평균 수위자료를 유량으로 산정하기 위하여 수위-유량 관계곡선식이 필요하다. 금호 수위관측소의 유량측정은 1986년부터 시작하여, 1988년, 1995년, 1994년, 1997년, 2002년의 6개년간의 성과가 있다.

Table 1과 같이 유량측정을 실시한 년도에 각 수위-유량 관계식을 작성하여 제시하고 있으나, 홍수위 위주로 작성되었기 때문에 수위가 영점표고 아래에서 관측된 갈수기에는 수위-유량 관계식을 적용할 수 없었다. 따라서 기존 유량측정 성과를 검토하여 수위-유량 관계식을 별도로 작성하고, 1963년부터 2001년까지 동일하게 적용하여 유량을 산정하였다.

영천댐 건설 전·후의 연도별 연평균유량과 표준편차를 계산하여 Fig. 2와 Table 2로 나타내었다. 댐 건설 전에는 연평균 유량이 24.10 m³/s 이었으나, 댐 건설 후에는 9.66 m³/s로 14.44 m³/s가 감소하였다. 이것은 댐 건설 후 포항지역으로 생활용수와 공업용수 공급으로 연평균 유량이 감소한 것으로 판단된다. 표준편차는 댐 건설 전 25.44 m³/s에서 16.22 m³/s으로 9.22 m³/s가 감소되어 댐의 운영으로 유량의 변동 폭이 줄었기 때문에 유량의 표준편차가 큰 폭으로 감소한 것으로 분석되었다.

Table 1. 수위-유량 관계식 작성 현황

작성년도	유량곡선식	적용수위
1986	$Q=0.05969 H^{10.8796}$	$H=h+1, 1.25 < H < 2.0 \text{ m}$
1988	$Q=47.0057(H-0.8)^{2.47744}$	$H=h+1, 1.25 < H < 2.0 \text{ m}$
1988,1994,1995	$Q = 49.10957(H+0.87)^{2.57276}$	$H=h+1, 0.13 \leq H \leq 4.19 \text{ m}$
1995~1997	$Q=0.0011(H+1.00)9.2956$	$H=h+1, 0.66 \leq H \leq 3.40 \text{ m}$
1995~1998	$Q=17.4086(H-0.679)^{3.576}$	$H=h+1, 1.01 \leq H \leq 4.95 \text{ m}$
1998	$Q=52.3492(H-0.96)^{2.7094}$	$H=h+1, 1.35 \leq H \leq 4.95 \text{ m}$
2001~2002	$Q=193.4443(h-.4316)^{1.6942}$	$0.43 \leq h \leq 6.35 \text{ m}$
1986~2002	$Q=6.214(H-0.443)^{4.411}, H \geq 1.2$ $Q=1.377(H-0.047)^2, H < 1.2$	$H=h+1 \text{ m}$ (본 연구 적용)

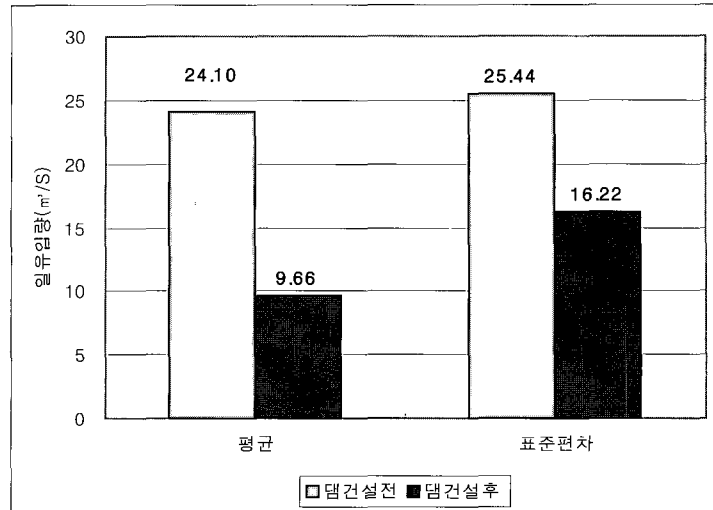


Fig. 2. 연평균 일유입량 비교

Table 2. 금호 수위관측소 지점의 유량분석 결과

검토기간	댐운영 구분	최소 (m³/s)	최대 (m³/s)	평균 (m³/s)	표준편차 (m³/s)
1963-1980	영천댐 건설전	10.37	279.66	24.10	25.44
1981-2002	영천댐 건설후	1.89	157.32	9.66	16.22

유황분석은 금호 수위관측소의 1963년부터 2001년까지의 산정한 유량자료로 이용하였다. 영천댐의 건설 전은 1963년에서 1980년까지, 건설 후는 1981년부터 2001년까지의 자료를 이용하여 분석하였으며, 임하댐에서 유입하는 영천댐 도수로 유입량은 준공 후 운영기간이 짧아 금번 분석에서는 고려하지 않았다.

유황분석 결과는 Table 3 및 Fig. 3와 같이 영천댐

건설 전에는 갈수량(355일)이 10.49 m³/s 이었으며, 저수량(275일) 13.30 m³/s, 평수량(185일) 15.65 m³/s, 풍수량(95일) 25.00 m³/s 이었으나, 영천댐 건설 후에는 갈수량이 2.07 m³/s 이었으며, 저수량 2.89 m³/s, 평수량 4.0 m³/s 풍수량 9.36 m³/s 으로 영천댐 운영으로 금호 수위관측소 지점의 유황이 상당히 열악해진 것으로 분석되었다.

Table 3. 금호 수위관측소 지점의 유황분석 결과

유역면적 (km²)	검토기간	댐운영 구분	갈수량 (m³/s)	저수량 (m³/s)	평수량 (m³/s)	풍수량 (m³/s)
1,002	1963-1980	영천댐 건설전	10.49	13.30	15.65	25.00
	1981-2002	영천댐 건설후	2.07	2.89	4.00	9.36

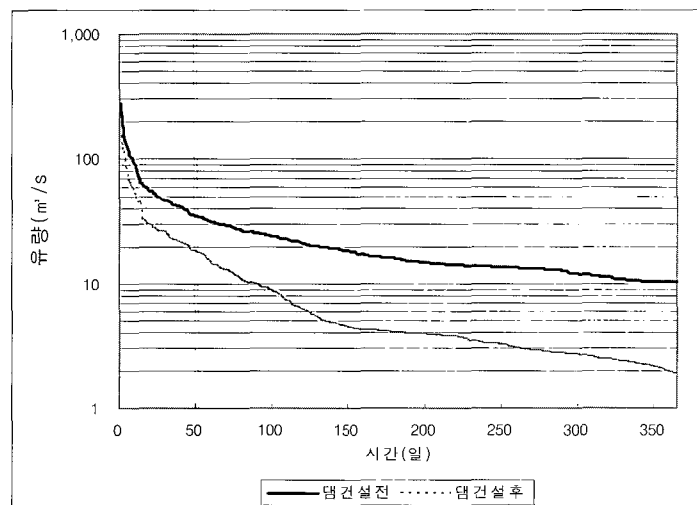


Fig. 3. 금호 수위관측소 지점의 유황분석 결과

4. 영천댐 운영에 따른 어류 서식처의 시계열 분석

어류 서식처는 서식조건외의 공간 특성뿐만 아니라 시간 변동성이 중요하다(Waddle, 1998). 하천에서 어류가 서식하는 일생 동안 가용 가능한 활동공간은 시간에 따라 양과 질적으로 다양하게 변화한다(김규호, 1999). 이러한 어류 서식처의 시간 변동성을 파악하기 위하여 어류 서식처의 시계열분석 방법이 이용된다(Alan and Craig, 1998; Waddle, 1998).

4.1 피라미의 가용면적(WUA)-유량관계곡선 작성

유지유량 증분법에 의한 PHABSIM은 1977년 미국 어류 및 야생동물국에서 개발하여 어류 서식 환경에 필요한 유량을 산정하는 방법으로 가장 범용적으로 사용되고 있다(Bovee et al., 1998; USGS, 2001).

PHABSIM은 수리학적 현장자료와 특정 수생생물종의 다양한 성장단계를 고려하는 생물학적 정보를 연관시키는 모형이다. 또한 서식처 적합도 기준과 유량에 따른 수면표고와 유속의 변동을 수리학적으로 결합하여 수생생물종의 가중된 가용면적-유량 관계를 통해 서식에 필요한 최적유량을 산정 한다.

PHABSIM을 모의하는데 있어 서식처 적합도 기준(Habitat Suitability Criteria)은 가장 중요한 요소이다(Bovee et al., 1998; Petts and Maddock, 1998; Stalnaker et al., 1995). 금번 연구에서는 전국유역조사(건설교통부, 2004)에서 제시한 서식처 적합도를 기준으로 PHABSIM을 적용하여 피라미의 산란기와 성장기의 가중된 가용면적-유량 관계곡선을 Fig. 4와 같이 작성 하였다. 금번 연구에서 피라미를 대상 어종으로 선정 한 것은 수심과 수량에 대단히 민감하게 반응하고

여울구간에 서식하는 어종이기 때문이다.

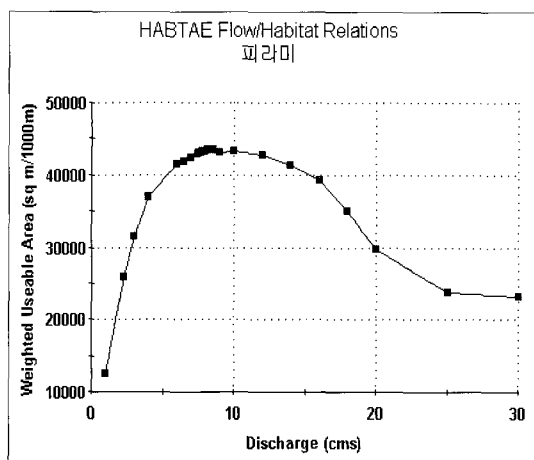
4.2 피라미의 서식처 시계열 분석

어류 서식처의 시계열 분석은 유황곡선(Flow Duration Curve)과 같은 개념의 서식처 현황곡선(Habitat Duration Curve)을 작성하여 분석하게 된다(Bovee et al., 1998). 유황곡선은 연중 또는 특정일에 특정유량 이상을 유지할 수 있는 일 수를 파악할 수 있다. 따라서 하천 유량의 변동성을 함축적으로 나타내고 있다. 반면 서식처 현황곡선은 유량 대신 서식처의 가중된 가용면적을 이용하는 개념이다. 일반적으로 유량과 서식처의 가중된 가용면적은 선형관계가 아니고 종모양의 비선형관계를 갖기 때문 유황곡선과 서식처 현황곡선은 서로 일치하지는 않는다(Bovee et al., 1998; 김규호, 1999).

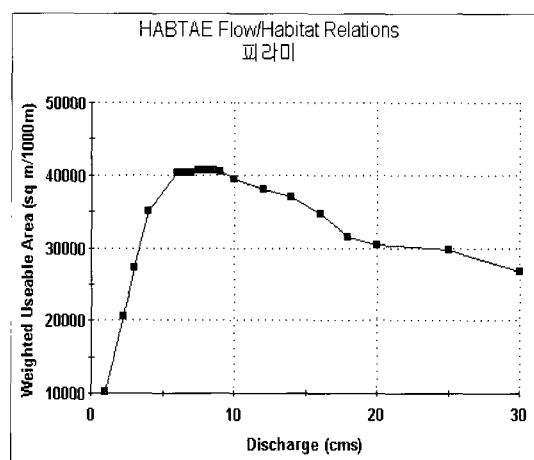
어류 서식처 현황곡선은 일 또는 특정기간별로 작성된 서식처의 가중된 가용면적 계열에 순차를 부여하여 초과확률과 함께 도시하여 작성한다. 댐 건설 전·후의 성장단계별로 그 기간 동안의 유량 크기 순으로 나열하여 유량의 초과확률을 구하고, 피라미의 성장단계별 서식처적합도 곡선을 적용하여 가중된 가용면적으로 산정하였다. 이렇게 산정한 가중된 가용면적을 크기 순으로 나열하여 초과확률을 구하고 가중된 가용면적의 서식처 현황곡선을 작성하였다. 초과확률 P(%)는 Eqn. (1)과 같이 Weibull의 공식에 의하여 결정하였다.

$$P = \frac{m}{n+1} \times 100 \quad (1)$$

여기서 m은 유량을 크기 순으로 나열한 순위, n은 유량의 자료 개수이다.



(a) 피라미의 산란기 필요유량



(b) 피라미의 성어기 필요유량

Fig. 4. 가중된 가용면적(WUA)-유량관계곡선

유황곡선에서 전 기간의 유량을 큰 것부터 작은 순으로 순위를 정한 후, 그 비 초과확률을 백분율로 나타내면, 풍수량은 $Q_{26.0}$, 평수량은 $Q_{50.7}$, 저수량 $Q_{75.3}$, 갈수량은 $Q_{97.3}$ 으로 정의할 수 있다. 유황곡선의 풍수량과 저수량 사이의 유량변화는 홍수량과 갈수량 사이의 유량변화에 비하여 완만하다. 따라서 풍수량과 저수량 사이의 유량은 하천의 생물 서식환경 요인의 결정에 생태적 지배유량(Ecological Dominant Discharge)으로 대표될 가능성이 있다(박상덕, 2003).

가중된 가용면적의 비 초과확률 26.0 %, 50.7 %, 75.3 %, 97.3 %에 대한 피라미의 산란기와 성장기 동안의 가중된 가용면적을 Table 4에 제시하였다.

Fig. 5의 (a)는 댐 건설 전·후의 산란기 기간 동안 유량의 초과확률을 산정한 결과이며, (b)는 가중된 가용면적의 서식처 현황곡선이다.

산란기 동안 초과확률 26 %의 가중된 가용면적은 댐 건설 전 37,506 m^2 이었으며, 댐 건설 후는 34,913 m^2 으로 댐 건설 후 2,593 m^2 이 감소하였다. 초과확률 75.3 %의 가중된 가용면적은 댐 건설 전 18,686 m^2 이었으며, 댐 건설 후는 14,503 m^2 으로 댐 건설 후 4,183 m^2 이 감소하였다. 초과확률 97.3 %의 가중된 가용면적은 댐 건설 전 3,469 m^2 이었으며, 댐 건설 후는 5,454 m^2 으로 댐 건설 후 1,985 m^2 이 증가하였다.

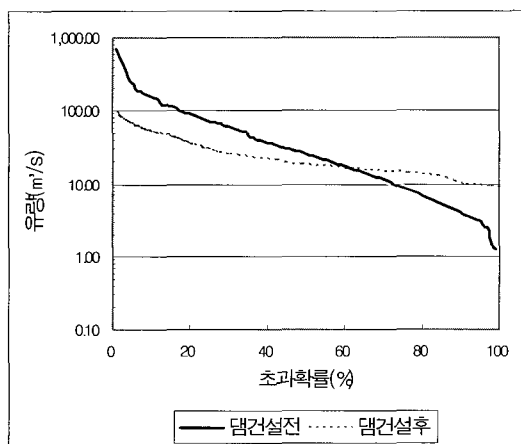
산란기 동안은 댐 건설에 따라 가중된 가용면적이 감소하여 어류 서식환경이 저하된 것으로 분석되었다. 그러나 초과확률 90 % 이상에서는 영천댐에서 댐 하류 지역의 관개용수를 확보하여 공급함으로써 영천댐 댐 건설 후 유황이 개선되고 가중된 가용면적도 증가한 것으로 분석되었다. 이것은 영천댐이 비록 생활과 농업 용수 공급을 우선으로 하는 댐이지만, 갈수기 동안에는 꾸준히 하천 유지용수를 공급하여 어류의 서식환경 개선에 많은 역할을 하고 있기 때문이다. 따라서 생활과 농업용수를 공급는 댐일지라도 하천유지용수를 사전에 확보하여 법적으로 보장함으로써 하천환경 개선에 큰 역할을 할 수 있을 것으로 판단된다.

Fig. 6의 (a)는 댐 건설 전·후의 성장기 기간 동안 유량의 초과확률을 산정한 결과이며, (b)는 가중된 가용면적의 서식처 현황곡선이다.

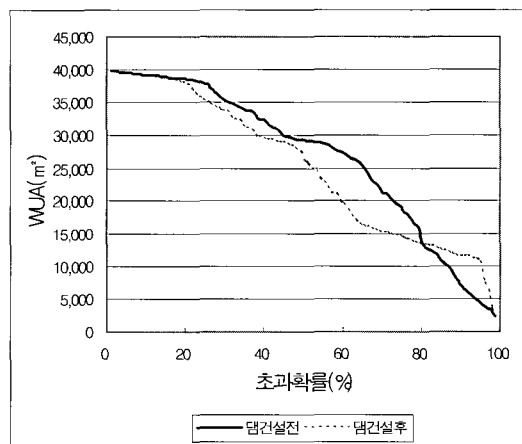
성장기 동안 초과확률 26.0 %의 가중된 가용면적은 댐 건설 전 39,329 m^2 이었으며, 댐 건설 후는 35,029 m^2 으로 댐 건설 후 4,300 m^2 이 감소하였다. 초과확률 75.3 %의 가중된 가용면적은 댐 건설 전 12,477 m^2 이었으며, 댐 건설 후는 4,347 m^2 으로 댐 건설 후 8,130 m^2 가 감소하였다. 또한 초과확률 90 %이상에서도 댐건설에 따라 가중된 가용면적이 감소하여 어류 서식환경이 저하된 것으로 분석되었다.

Table 4. 피라미의 성장단계별 WUA 분석결과

성장단계	분석기간	WUA (m^2)					
		10.0 %	26.0 %	50.7 %	75.3 %	90.0 %	97.3 %
산란기(5월-6월)	댐건설전	39,136	37,506	29,171	18,686	7,257	3,469
	댐건설후	39,072	34,913	26,059	14,503	11,588	5,454
성장기(10월-11월)	댐건설전	44,367	39,329	29,392	19,454	12,477	2,800
	댐건설후	43,149	35,029	19,141	9,742	4,347	2,264

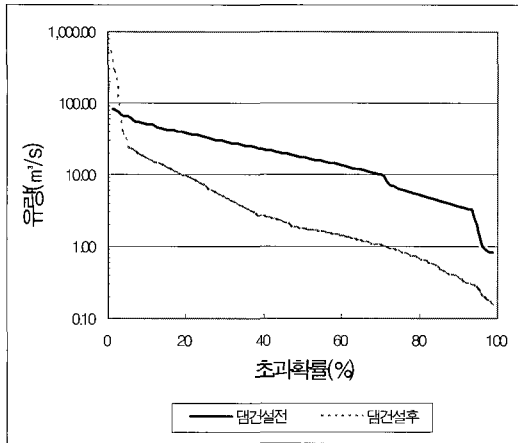


(a) 유황분석

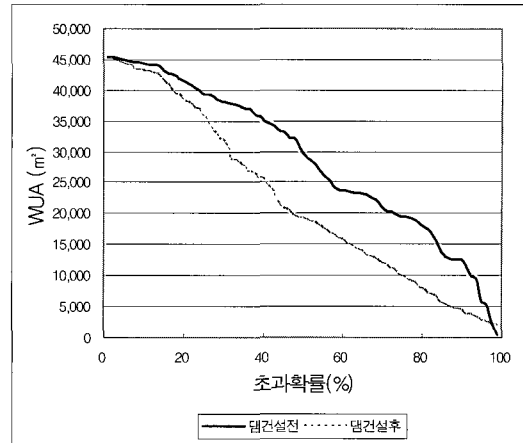


(b) WUA분석

Fig. 5. 산란기(5월-6월) 유황과 WUA 초과확률(피라미)



(a) 유황분석



(b) WUA분석

Fig. 6. 성장기(10월-11월) 유황과 WUA 초과확률(피라미)

다목적 댐은 하류하천의 유황을 개선하고 일정하게 유지해서 안정적인 수자원공급을 가능하게 해주는 역할과 침투유량의 감소로 홍수피해를 저감시켜 주는 역할을 동시에 담당하고 있다. 그러나 영천댐과 같이 용수 전용 댐은 포항지역의 생·공용수를 공급을 주목적으로 하고, 부가적으로 영천댐 하류지역의 관개용수와 하천 유지용수를 공급하는 것으로 건설되어, 오히려 댐 건설 후 댐 하류 하천의 유황이 상당히 악화되었으며, 어류의 서식환경도 저하된 것으로 판단된다.

5. 결 론

금번 연구에서는 금호강의 금호 수위관측소의 1963년부터 2001년 까지 측정된 수위자료를 이용하여 유황을 산정하고, 영천댐 건설 전·후의 유황을 분석하였다. 또한 미·내무성 산하 어류 및 야생동물국에서 제시한 유지 유량 증분법의 물리적 서식처 모의시스템을 적용하여 피라미 성장단계별 가용면적-유량 관계곡선을 작성하였다. 이 가중된 가용면적-유량 관계곡선으로 유지 가능 일 수를 초과확률로 하여 가중된 가용면적의 서식처 현황곡선을 작성하고, 영천댐 건설에 따른 하천의 유황변화가 어류 서식환경에 미치는 영향을 평가하였다. 금번 연구 성과를 정리하면 다음과 같다.

- 1) 금호 수위관측소 지점의 유황분석 결과, 영천댐 건설 전에는 갈수량 10.49 m³/s, 저수량 13.30 m³/s, 평수량 15.65 m³/s 풍수량 25.00 m³/s 이었으나, 영천댐 건설 후에는 갈수량 2.07 m³/s, 저수량 2.89 m³/s, 평수량 4.0 m³/s 풍수량 9.36 m³/s 으로 유황이 상당히 열악해 진 것으로 분석되었다.
- 2) 영천댐 건설에 따른 하천의 유황변화가 어류 서식

환경에 미치는 영향을 평가한 결과, 산란기간 동안은 영천댐 건설에 따라 가중된 가용면적이 감소하여 어류 서식환경이 저하된 것으로 분석되었으나, 유량의 초과확률 90 % 이상에서는 영천댐에서 댐 하류지역의 관개용수를 공급함으로써 영천댐 댐건설 후 유황이 개선되고 가중된 가용면적도 증가하여, 어류 서식환경이 개선된 것으로 평가되었다. 그러나 성장기 동안은 댐건설에 따라 가중된 가용면적이 감소하여 어류 서식환경이 저하된 것으로 평가되었다.

하천에서 댐의 역할이 중요함에도 불구하고 국내에서는 아직까지 이에 대한 연구가 미흡한 실정이다. 따라서 금번 연구에서는 수심과 수량에 대단히 민감하게 반응하는 어류구간에 서식하는 피라미를 대표어종으로 선정하여, 댐 건설에 따른 유황변화가 어류 서식환경에 미치는 영향을 정량적으로 평가하고자 하였다. 향후 다양한 어종을 대상으로 서식환경과 수리학적 특성에 관한 조사·연구를 시행하여 댐이 하천의 생물 서식환경에 미치는 영향에 대하여 보다 더 신뢰성 있는 평가가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- 건설교통부 (2004). 낙동강유역조사, 제Ⅳ-2권 이수조사보고서, 제4편 하천유지·관리유량 조사, 한국수자원공사.
- 건설부 (1977). 포항공업용수도 확장사업 실시설계보고서 추가보고서.
- 김규호 (1999). 하천 어류 서식 환경의 평가와 최적유량 산정. 박사학위논문, 연세대학교.

- 김상호, 김원 (2002). "한강 하류부 흐름해석을 위한 수리학적 모형의 구축." **한국수자원학회논문집**, 한국수자원학회, 제35권, 제5호, pp. 485-500.
- 김태균, 윤용남, 안재현 (2002). "댐 건설에 따른 하류 유황의 변화 분석." **한국수자원학회논문집**, 한국수자원학회, 제35권, 제6호, pp. 807-916.
- 박상덕 (2003). "자연하천의 무차원 유황곡선." **한국수자원학회논문집**, 한국수자원학회, 제36권, 제1호, pp. 33-44.
- 우효섭, 유대영, 안홍규, 최성욱 (2004). "황강 하류하천의 사주 식생활착과 침식현상의 기초조사·연구." **수공학연구발표논문집**, 한국수문학회, pp. 153-158.
- 윤용남, 박무종 (1993). "수리학적 홍수추적에 의한 댐 방류시 하류수위 및 주요 하도구간별 홍수도달 시간의 예측." **한국수자원학회지**, 한국수자원학회, 제25권, 제3호, pp. 115-124.
- 이진원, 김형섭, 우효섭 (1993). "댐 건설로 인한 5대수계 본류의 유황변화 분석." **대한토목학회논문집**, 대한토목학회, 제13권, 제3호, pp. 79-91.
- 지흥기 (2004). "댐 하류하천의 유황 및 하상변동과 식생역 발달에 따른 홍수소통능력 절감특성." **낙동강유역의 자연친화적인 하천정비방안**, 한국수자원공사, pp. 3.1.1-3.1.8.
- 한국수자원공사 (2003). **다목적댐 하류 하천관리 개선 방안**.
- 황의준, 전경수 (1997). "한강 본류에 대한 부정류 계산 모형 : 모형의 보정." **한국수자원학회논문집**, 한국수자원학회, 제30권, 제5호, pp. 549-559.
- Bovee, K.D., B.L. Lamb, J.M. Bartholow, C.B. Stalnaker, J. Taklor and J. Henriksen (1998). "*Stream Habit Analysis Using the Instream Flow Incremental Methodology*." Biological Resources Division Information and Technology Report USGS/BRD/ 1998-0004, U.S. Geological Survey, Fort Collins, Colorado.
- Choi S., Yoon, B., Woo, H. (2005). "Effects of Dam-Induced Flow Regime Change on Downstream River Morphology and Vegetation Cover in the Hwang River, Korea." *River Research and Applications*, John Wiley & Sons, Ltd, Vol. 21, pp. 315-325.
- Gustard A. and Craig R.N.E. (1998). "The Application of Hydro-Ecological Modelling in the UK." *Hydroecological Modelling Research, Practice, Legislation and Decision-Making*, U.S. Geological Survey, Biological Resources Division, The Mid-Continent Ecological Sciences Center Fort Collins, T.G. Masaryk Water Research Institute Praha, pp. 23-31.
- Stalnaker C.B., Berton L. Lamb, Jim Henriksen, Ken Bovee, John Bartholow (1995). "*The Instream Flow Incremental Methodology A Primer for IFIM*." Biological Report 29, U.S. Department of the Interior National Biological Service, Washington, D.C. 20240.
- Petts, G.E. and Maddock (1998). "Flow Allocation for In-River Needs." *The River Handbook Hydrological and Ecological Principles Volume 2*, Oxford Blackwell Scientific Publication, pp. 289-307.
- USGS (2001). *PHABSIM for Windows - User's Manual and Exercises*, Midcontinent Ecological Science Center.
- Waddle T. (1998). "Integrating Microhabitat and Macrohabitat." *Hydroecological Modelling Research, Practice, Legislation and Decision-Making*, U.S. Geological Survey, Biological Resources Division, The Mid-Continent Ecological Sciences Center Fort Collins, T.G. Masaryk Water Research Institute Praha, pp. 12-14.

(논문번호:05-63/접수:2005.05.02/심사완료:2005.08.04)