

대형댐 건설시 어도 시설 타당성 검토

○김동섭¹⁾ · 강병수 · 박경미 · 고익환 · 김우구

1. 서 론

하천에의 댐 건설은 하천에 서식하는 물고기의 생활환경에 영향을 미치게 된다. 과거의 댐 건설은 수자원확보, 전력생산 및 홍수조절을 목적으로 한 것으로 환경에 대한 배려가 배제되었다. 그러나 최근 들어 자연환경의 가치에 대한 인식이 증대되면서 하천에 서식하는 물고기에 대한 보존에 관심을 갖게 되었다. 국제적으로는 댐에의 어도시설 사례가 다수 있으나, 국내의 경우는 강의 하구에 건설된 하구언을 제외하면 대규모의 어도는 전무한 실정이다. 그러나, 외국의 경우 높이 20~30 m 이상의 대형댐에는 경제적인 부담과 어류소상에 대한 비효율이 우려되어 어도시설을 하지 않고 있는 실정이다(寺蘭 등, 1996).

본 연구에서는 국내 대형댐의 특성을 고려하여, 대형댐에의 어도 시설 타당성을 검토하고 어족 보호를 위한 대안을 제시하고자 한다.

2. 본 론

【댐건설에 따른 어도시설에 대한 관계법률 검토】

하천을 횡단하는 구조물을 설치하게되면 하천에 서식하는 생물들의 생활에 영향을 미칠 수 있으며, 특히 하천의 상·하류를 이동하는 어류에 있어서는 산란처의 상실을 가져올 수도 있다. 그러므로 이를 어류를 보호 또는 보존하기 위한 법률적 규정을 두고 있다. 어류 보호를 위한 어도 시설에 대한 관계 법규로는 수산업법, 수산자원보호령에 명시되어 있다.

대형댐에의 어도설치는 1996년 이전에는 설치 의무가 없었으나, 1996년 12월 31일의 법개정으로 1997년부터 설치되는 댐부터 적용받도록 되어있다. 그러나 현재까지 국내에서 대형댐에의 어도 시설은 설치된 예가 없다. 단, 양양 양수발전소에 어도가 시설중에 있다. 대댐에의 어도시설은 경제적으로 많은 비용이 소요되고, 건설전에 어류소상에 대한 검증이 매우 어려우므로 시설의 가부를 결정하는데에 많은 어려움이 있다. 그러므로 일본에서는 수산자원보호법에서 소하어류의 통로에 공작물을 설치할 경우 어류소상을 방해하지 않도록 규정하면서 어도의 설치가 곤란할 경우에는 어류의 번식에 필요한 시설을 설치하고 그 방법을 강구하도록 명시되어 있다. 수산자원의 보존 또는 증식측면에서 본다면 우리나라의 경우 대형댐의 위치가 산간 계류에 위치하여 어류의 수가 매우 적어서 어류를 통해 소상한다 하더라도 댐 내에서의 어족증식에 기여하지 못하는 경우에는 어도시설에 대한 경제성이 없다. 그러나 현재의 국내법상에는 어도의 시설이 강제규정으로 되어있는 실정이다. 그러나, 최근에 이러한 법의 불합리한 점에 대하여 하천에 댐을 설치할 때 어도설치가 곤란한 경우에는 어류의 산란·서식장을 조성하거나 매년 일정량의 치어를 방류하도록 수산자원보호령이 공포된 상태이다(대통령령 제17,030호, 2000년 12월 27일).

수산업법

제 74조 【소하성어류 등의 보호와 인공부하·방류】

- ① 행정관청은 소하성어류의 통로에 방해가 될 우려가 있다고 인정될 때에는 수면의 일정한 구역안에 있는 공작물의 설비를 제한 또는 금지할 수 있다.
- ② 행정관청은 제1항의 공작물로서 소하성어류의 통로에 방해가 된다고 인정할 때에는 그 공작물의 소유자·점유자 또는 시설자에 대하여 방해를 제거하기 위하여 필요한 공사를 명할 수 있다.

▶ 제 79조 【자원보호에 관한 명령】

- ① 수산동식물의 번식·보호를 위하여 다음 각호에 관하여 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.
 - 4. 어도차단의 제한 또는 금지

수산자원보호령(대통령령 제8185호)

▶ 제 12조 【어도차단의 금지】 제 2항에 어도설치의 법적근거 마련('76.7.9)

- ② 하천의 천유폭을 차단하는 공작물을 설치하고자 하는 자는 해양수산부장관과 협의 하여 하천의 일부를 개방하거나 어도를 설치하여 소하어류의 통로를 확보하여야 한다. 다만, 공작물이 댐인 경우에는 제외한다.

▶ 수산자원 보호령 일부 개정시('96.12.31) 단서조항 삭제

- ② 하천의 천유폭을 차단하는 공작물을 설치하고자 하는 자는 해양수산부장관과 협의 하여 하천의 일부를 개방하거나 어도를 설치하여 소하어류의 통로를 확보하여야 한다.

▶ 수산자원보호령 附則

- ① 이 영은 1996년 12월 31일부터 시행한다.
- ② 【댐의 어도설치 등에 관한 적용례】 제12조 2항 단서의 개정규정은 이 영 시행후 최초로 설치되는 댐부터 이를 적용한다.

수산자원보호령 개정령(대통령령 제17030호)

▶ 제 12조 【어도차단의 금지】 제 2항에 어도 대안에 대한 조항 추가 ('00.12.27)

- ② 하천의 천유폭을 차단하는 공작물을 설치하고자 하는 자는 해양수산부장관과 협의 하여 하천의 일부를 개방하거나 어도를 설치하여 소하어류의 통로를 확보하여야 한다. 다만, 하천법 제22조의 규정에 해당하는 댐으로서 다음 각호의 1에 해당하는 경우의 댐을 설치하고자 하는 자가 어류산란장·번식시설의 설치 또는 치어방류 등 어족자원의 번식 및 보호조치에 관하여 해양수산부장관과 협의한 때에는 그러하지 아니하다.

- 1. 댐의 특성이나 주변의 지형 및 여건이 어도설치에 부적합한 경우
- 2. 수산에 관한 국·공립 시험·연구기관으로 하여금 하천에 대한 어류의 서식상태의 조사와 의뢰하여 조사한 결과 소하성 어류의 서식이 현저히 적은 경우.

▶ 수산자원보호령 附則

- ① 이 영은 공포후 6월이 경과한 날부터 시행한다.
- ②(댐의 어도설치에 관한 경과조치) 이 영 시행전에 댐건설및주변지역지원등에관한법률 제8조의 규정에 의하여 실시계획이 고시되었거나 하천법 제27조의 규정에 의한 하천정비시행계획이 고시된 댐의 경우에는 어도설치에 관하여 종전의 규정에 의한다.

【대형 댐에의 어도시설 검토】

댐 건설시 하천서식 어류에 대한 영향은 댐이 하천의 어느 위치에 건설되는지에 따라 달라지게 된다. 하구에 건설되는 하구언은 바다와 하천을 왕래하는 어류의 생존에 있어서 치명적인 영향을 미치게 된다. 그러므로 강의 하류에 건설되는 하천시설물에는 반드시 어류의 소상에 필요한 시설을 해야만 한다. 단, 회유성 어류가 없거나 매우 적을 경우 또는 인공적인 이송이 유리할 경우에는 매년 지속적인 치어방류 및 치어를 포획 이송하여야 한다. 강의 종류에 건설되는 댐의 경우에는 대부분 북한강 수계의 발전용 댐과 같이 하폭이 넓고 상하류간의 수위차가 20~30 m 내가 된다. 이러한 댐에서는 회유성 어류가 있을 경우 이를 위한 어도시설이 필요하다. 이때에는 어류의 분포, 생태적 특성, 경제적 가치를 정확하게 판단하여 결정하여야 한다. 어도에 의한 어류의 소상은 모든 물고기에 대하여 적용하기는 아직 기술적으로 부족하므로 수종의 특정 어종을 선택하여야 한다. 또한, 물고기의 경제적 가치, 환경적 가치를 고려하여 치어방류, 포획이송이 유리할 경우에는 유리한 방안을 선택하여야 한다. 미국, 유럽 등 많은 외국의 경우에는 물고기가 크고 경제적 가치가 있는 연어를 위한 어도가 대부분이다. 연어의 경우에는 소상하는 힘이 크기 때문에 어도를 이용한 소상을 유도하기가 비교적 쉽다. 우리나라의 경우는 연어의 자연적인 소상을 기대하기 어려워 동해안의 일부 하천에서 포획·인공채란·인공부화하여 치어를 다시 바다로 방류하고 있는 실정이다. 그러므로 연어를 위한 어도는 특별한 경우를 제외하면 큰 필요성이 없다고 판단된다. 우리나라의 경우 어도를 이용할 경제적 가치가 있는 어종은 은어, 뱀장어 등에 국한 할 수 있을 것이다. 뱀장어는 경제적으로 매우 큰 가치를 가지고 있으므로 어족의 보존 및 증식이 필요하다. 그러나, 뱀장어의 경우에도 강의 하구에서 거의 대부분 포획하여 인공증식하고 있다. 그러므로 어도를 이용한 자력적인 소상을 통한 뱀장어의 어족증식은 현실적으로 매우 어렵다. 그러므로 뱀장어의 증식을 위해서는 하구에서 포획된 치어를 서식이 가능한 수역을 선정하여 방류하는 것이 가장 유리한 어족자원 증식방법으로 판단된다. 은어의 경우는 하구에서 10 km 내외의 소하천에 주로 서식하며, 유역 주민들에 있어서 중요한 경제적, 환경적 가치를 가지는 어종이라 할 수 있다. 은어는 몸체가 성어의 경우 30 cm 내외로 소상하는 시기에는 10 cm 정도로 작은 편이다. 그러므로 연어와 같이 장거리의 어도를 통과하기가 어렵다. 물론 어도의 중간에 충분한 휴식처를 만들면 가능하겠으나 이는 시설이 과다해질 우려가 있다. 일본의 경우 대부분 은어를 주목적으로 하는 어도이며, 어도의 길이를 대개 300 m 이상이 되지 않도록 권고하고 있다. 그러므로 일본의 댐 건설시 어도시설을 댐 높이 30 m를 어도 설치 여부의 대략 기준으로 삼고 있다. 이러한 기준은 명확히 제시되어 있지만 댐의 상하류 수위차가 30 m를 넘게되면 어도를 통한 은어 소상의 효율 저하가 우려되고, 소상 효율을 높이기 위해서는 중간에 휴식처등의 시설이 과다해 지므로 시설비의 과다투자가 우려되기 때문으로 해석할 수 있다. 특히 호수내축에서의 연중 수위차는 어도 시설비에 절대적인 부분을 차지하므로 댐의 높이는 어도의 시설 투자비에 가장 큰 영향을 미치게 된다. 그러므로 하천의 종류에 위치하는 중형댐에서는 어도시설의 설치 조건, 어류 분포 및 생태적 특성, 경제적·환경적 가치를 심도있게 평가 한 후에 결정하는 것이 바람직하다.

대형댐의 경우는 대부분 하천의 최 상류에 건설되게 되기 때문에 하천의 하폭은 좁고, 댐의 높이는 높아지게 된다. 국내의 대형댐에 대한 물고기의 서식환경을 고려한 특성을 보면 국내의 대형댐의 경우 상·하류간의 수위차가 최소(남강댐) 21 m에서 최대(소양강댐) 115 m이다. 상·하류간의 높은 수위차는 막대한 어도시설비를 요구하며, 고도의 기술력이 없을 경우에는 어류 소상에 비효율적이다. 외국의 경우 30 m 이상의 댐에는 경제성 및 어류 이용효과에 대한 확신 부족으로 어도시설을 피하고 있는 실정이다. 우리나라의 댐에서 어도시설을 어렵게 하는 또 하나의 요인은 연중 호수 내축의 수위 변동폭이 매우 크다는 것이다. 연중 수위 변동폭은 최소(남강댐) 9 m에서

표 1. 한국의 대형댐(다목적댐)에서 물고기 서식에 관련된 제원

댐이름	¹⁾ 상 · 하류간 수위차 (m)	²⁾ 수위변동폭 (m)	저수지 길이 (km)
소양강댐	113.5	43.5	68.5
충주댐	91.0	31.0	82.5
횡성댐	44.5	20.0	12.0
안동댐	77.0	30.0	43.5
임하댐	68.0	26.0	37.0
합천댐	91.0	36.0	30.0
남강댐	24.0	9.0	16.5
대청댐	65.5	16.5	80.0
섬진강댐	60.5	21.5	35.8
주암(본)	51.5	23.5	55.0
주암(조)	93.4	48.5	18.0
부안댐	42.2	18.2	9.0

1) 상 · 하류간 수위차 : 댐하단에서 상시만수위까지의 높이

2) 수위 변동폭 : 상시만수위와 저수위의 차

표 2. 한국의 중소형댐(용수전용댐)에서 물고기 서식에 관련된 제원

댐이름	¹⁾ 상 · 하류간 수위차 (m)	²⁾ 수위변동폭 (m)
사연댐	42.8	15.0
대암댐	22.6	4.0
선암댐	22.0	7.5
영천댐	39.5	18.8
안계댐	31.4	12.9
수어댐	64.8	20.0
연초댐	22.9	11.7
구천댐	48.5	35.0
광동댐	36.2	10.0
달방댐	51.3	32.0
운문댐	52.4	28.0
보령댐	48.5	24.0

1) 상 · 하류간 수위차 : 댐하단에서 상시만수위까지의 높이

2) 수위 변동폭 : 상시만수위와 저수위의 차

최대(주암조절지댐) 49 m이다. 우리나라는 강우가 7~9월에 집중되는 몬순기후의 특성 때문에 년 중 수위를 일정하게 유지할 수 없는 특성을 갖는다. 이는 어도를 설치하였을 경우 물고기를 호내의 수표면으로 유입시키는 시설물에 대한 설비가 커지고 막대한 비용과 기술력을 필요로 한다.

최근 건설된 댐 또는 계획중인 댐의 위치는 대부분 하천의 상류역에 해당되는 지역이다. 이 지역들은 대부분 어류가 산란할 수 있는 자리적 여건을 갖춘 곳으로 유량이 적고, 자갈로 된 하상

구조와 수변에는 수초 등 잡목으로 이루어져 있어 물고기가 산란하기 좋은 조건들을 갖추고 있다. 댐 건설 후 어도를 통하여 이곳에 살고 있는 물고기를 상류 댐 내로 이동시킨다면 물고기는 또다시 서식 및 산란할 수 있는 유역의 상류로 이동해야 한다. 그러나, 댐에서부터 산란할 수 있는 상류까지 짧게는 수 km에서 길게는 수십 km에 달하는 거리를 어도를 통해 소상한 물고기가 또다시 찾아서 이동한다는 것은 거의 불가능하다고 판단된다. 왜냐하면 댐은 하천과 달리 유속이 매우 느리기 때문에 물고기 스스로가 산란하기 적절한 상류에 위치한 산란처로의 이동은 매우 어렵다고 판단된다. 그러므로 댐건설에 따른 물고기의 환경변화를 최소화하고, 물고기 서식환경을 보존하기 위해서는 기존의 하천환경에서 물고기의 산란처 역할을 하는 장소를 보존하여 댐 하류 및 저수지에 각 환경에 서식하는 어류 특성에 맞는 산란처를 조성·관리하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

3. 결 론

댐에의 어도시설은 하천서식 어류의 생태적특성, 현존량, 환경적가치, 시설물의 기술력, 경제적 가치 등을 고려하여 결정하여야 하며, 하천상류에 위치하고, 높이 20-30 m 이상의 대댐에는 어도 시설에 의존하기 보다는 자연적인 어류생태계의 유도를 위한 치어방류 및 자연산란장 조성에 의한 어족보호가 보다 바람직한 것으로 판단된다.

4. 참고문헌

- 박상덕. 2000, “어도와 어류역학”, 한국수자원학회지 제33권 제2호, pp.31~40.
한국수자원공사. 2000, 다목적댐 운영 실무편람, 한국수자원공사, p382.
廣瀬利雄, 中村中六. 1994, 魚道の 設計, 山海堂, p.376.
中村俊六. 1995, 魚道のはなし－魚道設計のためのドライソ, 山海堂. p.225.
(財)ダム水源池環境整備センター. 1998, 最新 魚道の設計(魚道と關聯施設), 信山社サイテック、p.578.
Clay C. H. 1995, Design of Fishways and Other Fish Facilities, 2ed., Lewis Pub., p.248.
Deelder, C.L. 1958. Modern fishpasses in The Netherlands, Prog. Fish Cult., 20(4) pp. 151-155.
Denil, G. 1909. Les échelles a poissons et leur application aux barrages de Meuse et d'Ourthe, Annales des Travaux Publics de Belgique.
Grande R. 1995, "Fishway Solutions in Connection with Hydro-Electric Plants and Regulated Rivers in Norway", Proc. of International Symposium on Fishways '95 in Gifu, Japan, Oct. 24-26, pp.201~206.
Hamilton, J.A.R. and F.J. Andrew, 1954. An investigation of the effect of Baker Dam on downstream migrant salmon, Int. Pac. Salmon Fish. Comm. Bull., 6. 73 pp.
Nemenyi, P., 1941. An Annotated Bibliography of Fishways, Univ. Iowa, Stud, Eng. Bull. No. 23. 64pp
Terazono K., Jikan S., Akao T. and N. Yamazaki. 1995, "Fishways for High Dams", Proc. of International Symposium on Fishways '95 in Gifu, Japan, Oct. 24-26, pp.17~23.