

덕동, 보문호에서의 육수 · 생물학적 고찰

경북대학교 생물학과 김 용 재

본 조사 수역인 덕동호는 상수도 원수로서 보호를 받고 있으며, 보문호는 관광용수, 농업용수로서 보문관광단지내의 호텔, 식당 그리고 각종 오락장소 및 주위의 주거지, 경작지 등에 개방되어 있는 수계이므로 두 호수의 이화학적 요인 및 식물성 플랑크톤 군집이 상이할 것으로 추정되어진다. 그러므로 두 호수에 10개의 정점을 설정하여 1990년 11월 부터 1992년 10월까지 2년간 매월 1회씩 이화학적 요인과 식물성 플랑크톤 군집의 생태학적 분석 및 비교를 하고 출현종에 대한 분류학적 연구를 위해 조사를 실시하였다.

조사지의 이화학적 환경요인중 수온은 계절적으로 변화폭이 컸지만 정점간에는 미약하였다. 수직적 분포에서도 계절적 차이는 크게 나타났고 수심별 차이는 미약하지만 하계에 수온의 증상화는 집중호우에 의해 파괴되는 양상을 나타내었다. 투명도는 안정기에는 식물성 플랑크톤에 의해 결정되어 졌으나 집중호우 이후에는 외부 유입 현탁물질에 의해 결정되어 졌다. 본 요인이 최저치(20cm)에서 1m까지 회복되는 기간은 1년 이상을 상회하였다. pH와 전기전도도도 안정기에는 두 호수간의 환경적 특성과 식물성 플랑크톤 군집의 특성을 반영하였으나 집중호우로 두 호수에서는 비슷한 경향을 나타내었다. pH는 집중호우로 외부의 유입 유기물질과 저니층에서 용출된 H^+ 또는 OH^- 이온과 대기의 오염의 의한 산성비의 영향으로 감소되었을 것으로 추정된다. 그리고 전기전도도도 집중호우로 뚜렷하게 감소하는 경향을 나타낸 바 현탁물질이 전해물질의 흡수에 의한 영향으로 추정되어 진다. 용존산소는 계절적 경향을 뚜렷하게 나타내었고 수온의 증상화가 미약하게 일어난 하계에는 저층에서 생물학적 분해 또는 화학적 분해에 의한 용존산소의 고갈현상인 clinograde를 나타내었다.

영양염중 식물성 플랑크톤의 중요한 제한 요인인 nitrate, ammonia, phosphorus 등은 역시 집중호우의 영향으로 혼란된 계절적 변화를 나타내었다. 수직적 분포에서

도 집중호우로 매우 불안정한 결과를 초래하였으며 수온의 증상화가 일어나는 시기에 각 요인에 따라 차이를 나타내었다. silica는 덕동호가 보문호보다 약간 높은 농도를 나타내었으며 계절적 차이는 미약하나 집중호우 이후에 증가하는 경향이 이었다.

본 조사에서는 총 515 taxa로서 7강 15목, 6아목, 43과, 139속, 439종 51변종, 5품종, 20미동정종으로 구성되어 있다. 이들 중 녹조강이 221 taxa, 규조강이 152 taxa, 남조강이 66 taxa, 유글레나강이 51 taxa, 와편모조강, 황색편모조강, 황녹색조강의 순으로 출현하였다.

조사 기간 동안 전 계절과 정점에 출현한 분류군은 *Tetraëdron minimum* 등 10 taxa였고 이중에 녹조강이 1 taxon, 유글레나강이 1 taxon, 규조강이 8 taxa였다. 또한 출현 taxa수도 계절별 수심별 차이를 나타내었으며 특히 동계와 집중호우 이후에 감소하는 양상을 나타내었다.

현존량의 월별, 수심별 변화는 크게 나타났다. 덕동호에서는 평균 $4.3 \times 10^4 \sim 4.5 \times 10^6$ cells/l의 범위였으며 보문호에서는 평균 $3.5 \times 10^5 \sim 9.2 \times 10^6$ cells/l의 범위였다. 수직분포에서 하계에 표층수 보다 1.5m의 수심에서 높은 현존량이 나타난 바 이것은 표층수의 영양염에 대한 경쟁, 물리적 요인에 의한 이동(광투과량의 제어), 식물성 플랑크톤의 침강을, 동물성 플랑크톤의 섭식, 편모성 조류의 이동 등의 복합적인 요인 때문이다.

각 강별 현존량에서 규조강이 전체 현존량의 34.9~98.2%로 절대적 점유율을 나타내었다. 다음으로는 녹조강이 9.1~40.8%를 점유하였으며 다른 강들은 매우 미약하였다. 우점을 나타내는 강들의 계절적 천이에서 덕동호는 규조강-녹조강-규조강의 순으로서 규조강이 절대적이며 보문호에서는 녹조강-황색편모조강-규조강-녹조강-규조강의 순으로 나타났다.

우점종 및 주요종들은 식물성 플랑크톤 군집의 특성을 반영하며 생산량을 대변한다. 덕동호의 우점종은 *Aulacoseira distans* var. *alpigena*, *A. granulata*, *Cyclostephanos dubius*, *Cyclotella stelligera*, *Chlamydomonas globosa*, *Monoraphidium contortum*, *Tetraedron minimum*이고 보문호에서는 *A. distans*

var. alpigena, *A. granulata*, *A. ambigua*, *C. stelligera*, *Kephyron ovale*, *M. contortum*, *Mougeotia* sp. 01, *Thorakomonas feldmanii*로서 덕동호 보다 복잡하게 구성되어 있으므로 환경 역시 다양한 것으로 추정된다.

식물성 플랑크톤의 생산력을 대변하는 chl-a농도에서 덕동호는 4.9~14.9 $\mu\text{g}/\text{l}$ 의 범위였고 보문호에서는 5.9~27.9 $\mu\text{g}/\text{l}$ 의 범위로서 큰 변화폭을 나타내었다. 전반적으로 식물성 플랑크톤의 현존량과 관계가 있지만 특히 군집중 net plankton 및 nanoplankton의 구성에 따라 변화 양상을 나타내며 계절적 차이도 뚜렷하였다. 그러나 집중호우 이후에 현존량이 최저치로 감소하는 양상과 같이 최저치로 감소하였다. 수심별 분포에서도 현존량의 분포와 같이 층상화되는 시기에는 표층수 보다 표층수 이하에서 높은 경향(DCM)을 나타내었다.

식물성 플랑크톤의 군집 분석에서 다양도 지수는 전반적으로 전 조사 기간 동안 높았으나 91년 8월에 보문호에서 우점도 지수가 높은 경향을 나타내었다. 이와 같이 다양도 지수가 전반적으로 높은 것은 조사 기간 동안 호수 환경에 대해 많은 내성종들이 생육하지만 집중호우 이후 투명도가 최저치로 감소하는 등 물리·화학적 요인의 stress가 높은 시기에 우점도 지수가 증가하는 경향을 나타내었다.

식물성 플랑크톤에 대한 집괴 분석에서 월별 분석은 수계의 안정기와 불안정기 및 불안정기 이후에 다른 하나의 group으로 분리되었다. 특히 group III의 우점종은 덕동호에서는 *Aulacoseira granulata*이고 보문호에서는 *Thorakomonas feldmanii*로서 다른 시기와는 상이하였다. 정점별 집괴 분석에서 집중호우 이전의 덕동, 보문호의 군집 특성이 뚜렷하게 구별되지만 집중호우 이후에는 두 군집이 혼합되는 경향을 나타내었다. 그러나 제 안정기에는 두 군집이 분리되고 다른 하나의 군집을 형성하는 정점이 도출되었다. 본 정점은 하천의 영향권에 있으며 우점종 또는 주요종은 하천 등에서 부착하거나 하천과 호수에서 tychoplankton인 *Cymbella affinis*, *Cymbella minuta* var. *silesiaca*, *Gomphonema parvulum* 등으로 구성되어 있다.

식물성 플랑크톤과 환경 요인과의 상관 관계에서 대부분이 매우 낮은 상관관계를 나타내었으나 이화학적 요인중 phosphorus가 가장 높은 관계($r = 0.697, 0.529$)를 나

타내었고 pH, 전기전도도, silica가 정의 관계 또는 역의 상관관계를 나타내므로서 식물성 플랑크톤의 생육에 주요한 요인으로 작용함을 시사한다. 그러나 집중호우 이후에는 이들 각각의 요인 보다도 현탁물질에 의한 투명도의 감소 등 물리적 요인의 복합적인 제어에 의해 제한을 받는 것으로 나타났다

호수의 영양염 평가를 위한 객관적 자료로서 지표종과 부영양화 지수가 이용되었다. 지표종의 주기성은 대부분 이화학적 요인의 복합적인 제어에 매우 민감한 반응 나타내었으며 이들의 구성에 의한 결과는 덕동, 보문호 모두 중영양에서 부영양으로 나타났다. 그러나 이들 지표종중에는 초기에 빈영양 또는 부영양의 지표종이 종생태 (autoecology)의 연구에 의해 중영양 또는 부영양의 지표종으로 위치가 변화된 종들도 포함되어 있다. 또한 부영양화 지수에 의한 영양염의 평가에서도 두 호수 모두 중영양을 상회하는 부영양을 지시하였다. 그러나 이들 지수 역시 현탁물질에 의한 과대 평가되는 경향이 있으므로 각 요인의 단일 인자에 의한 지수 보다 단일 지수, 통합된 지수 그리고 생물학적인 지표종에 의한 다양화되고 종합적인 평가에 의하는 것이 더욱 객관적인 것으로 사료된다.