

ISSN 1229-7151

자연보존



계간

제 115 호

Nature Conservation

2001. 9



사단법인 한국자연보전협회

큰조롱박먼지벌레 *Scarites sulcatus* Olivier

몸의 길이는 28~48 mm로서 조롱박먼지벌레 중 가장 대형의 종이다.

몸은 흑색이고 약한 광택이 있다. 머리와 큰턱은 매우 크고, 앞가슴등은 넓으나 뒤쪽은 갑자기 좁아져 복부와 단절적으로 연결된다. 머리와 등면 전반부는 조잡한 세로의 주름이 있으나 후반부는 평활하다. 눈의 앞쪽 양측면은 약간 각을 이루어 돌출하였다. 앞가슴등판은 전반적으로 얇은 가로로 주름이 있으나, 앞쪽가두리 부분에는 약한 세로 주름이 있으며, 양측 도랑의 앞쪽 주변부는 과립상을 이루고 있다. 등딱지날개의 점각열은 깊고 간실은 융기하였다. 제 3실의 후반부에는 보통 3개의 깊은 점각이 있다. 앞다리의 종아리마디는 3-4개의 바깥쪽 돌기가 있으며, 가운데다리의 종아리마디에는 2개의 가시돌기를 가지고 있다.

본 종은 강변 또는 해안의 사지에서 서식하며 야행성으로 알려져 있으나, 본 사진은 오전 11시경 동강유역의 연포에서 꿀벌(*Apis mellifera* Linnaeus)을 취식하는 장면에서 포착되었다.

환경부(1993), 박·김(1993), 김 등(1994)은 사구환경의 감소에 따른 본 종의 국내 희귀성 혹은 멸종위기상태를 지적한 바 있다.

글·사진/김정규 (고려대학교 곤충연구소)

編輯委員會 委員

委員長 金鎮一 (誠信女子大學校 教授)	委員 孔子錫 (慶熙大學校 教授)
委員 愼 淑 (三育大學校 教授)	委員 安泰奭 (江原大學校 教授)
委員 田承勳 (景園大學校 教授)	委員 李商敦 (韓國環境政策評價研究院 責任研究員)

우리 모두 자원을 아끼시다

* 자연보존에 게재된 내용 가운데 필자의 견해는 본 협회의 의견과 일치하지 않을 수 있습니다.

서해안 수산자원과 보존관리¹⁾

박 승 윤²⁾

국립수산진흥원 서해수산연구소

머리글

우리나라는 삼면이 바다로 둘러싸인 해양국가로서 바다는 우리에서 고급 단백질을 공급하는 터전인 동시에 인간활동으로 인해 발생한 오염원의 최종처리장으로서 무한한 인내력을 갖고 있는 생명체로 우리 모두 잘 관리하여 바다가 제 역할을 잘 할 수 있도록 하여야 한다. 그 중에서 서해는 중국과 북한 등이 공유하는 수산자원학적으로 매우 중요한 해역으로 총면적은 $4.87 \times 10^5 \text{ km}^2$ 이고 전체부피는 $1.94 \times 10^4 \text{ km}^3$ 이며 깊이는 평균 44 m인 반폐쇄 연근해로서 각 수심영역이 좁고 남북방향으로 길게 뻗어있는 지형적 특성을 보이고 있다. 해저지형은 지형적 기복이 크지 않은 비교적 평탄한 양상을 보이고 있으며, 수심이 30 m보다 깊은 해역에서는 북동-남서방향으로 배열된 조석기원의 사주가 특징적으로 발달해 있는 것으로 알려져 있다. 또한 수심이 80 m보다 깊은 골이 한반도 쪽으로 치우쳐서 중국 쪽은 완만한 반면, 한반도 쪽은 비교적 급경사를 나타내는 지형적 특징을 갖추고 있다. 특히 수심이 평균 44 m정도로 얕아서 수로학적 특성이나 순환특성은 기후조건에 크게 영향을 받는다. 이러한 수로학적 특징과 해류양상을 결정하는 요소는 동계기간 냉각정도 및 하계기간 가열정도, 담수유입, 쿠로시

오 해류의 유입 등이다. 수로학적 특징의 각 결정요소 사이의 상호작용에 의해 서해의 수괴는 보통 네 가지로 구분되는데 쿠로시오 표층수와 중국연안수가 혼합하여 형성된 황해난류, 겨울에 형성되어 여름까지 존재하는 황해고유냉수, 양자강의 담수와 혼합된 희석수, 연안수 등이다. 또한, 서해안의 특징으로는 잘 발달된 갯벌을 들 수 있다.

본 글에서는 서해안에 서식 및 회유하는 수산자원을 대상으로 행해지는 어업생산현황을 통해 서해안 수산자원의 현황과 수산자원 보존관리방안에 관하여 살펴보고자 한다.

서해안 유용수산자원 현황

서해 어획량 및 어획비율의 변천

우리나라 연근해의 일반해면어업 총어획량은 1969년에 69만톤에서 '80년에 중반까지 지속적으로 증가하여 '86년에 173만톤으로 최대였으나, 그 이후 점차 감소하여 최근에는 130만톤을 유지하고 있다. 서해에서의 어획량 변화는 1969년에 13만톤이었다가 1970년대 중반부터 급격히 증가하기 시작하여 1990년대 초반까지 약 25만톤을 나타냈으나, 1990년대 중반 이후 20만톤 이하로 감소하며 최근에는 16만톤 수준을 나타냈다(Fig. 1).

1) Fisheries resources and conservational management in the adjacent Yellow sea

2) PARK Soung-Yun, Department of Fisheries Environment, West Sea Fisheries Research Institute, National Fisheries Research & Development Institute, 400-201 Korea; E-mail: soungyun@nfrdi.re.kr

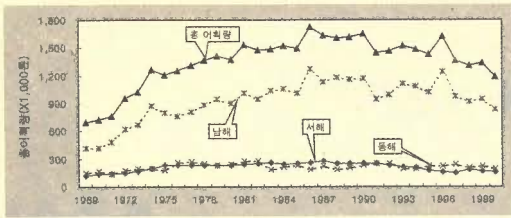


Fig. 1. Annual variation of total catches in the adjacent waters fisheries.

*연근해 해면어업의 어획량 경년 변화

※자료 : 어업생산량 통계 1969~2000(통계청)

이것을 어획비율로 나타내면 1969년대 18.0%에서 점차 감소되어 1990년대에는 13.6%, 최근 3년간에는 13.3%로 지속적인 감소 경향을 나타내고 있으며, 2000년에는 13.6%를 차지하였다 (Fig. 2).

이와 같은 서해에서의 어획량 및 어획비율의 감소는 전반적인 연근해 어획량의 감소와 더불어 서해 어획대상군의 회유 특성과 관계되는 것으로 사료된다. 또한, 서해에서의 어획대상군은 일부 정착성 어종을 제외하고는 대부분 산란 및 월동을 위해 남북 회유하는 자원으로서, 서해남부 및 동중국해에서 복상 회유군과 월동군을 대상으로 집중 조업이 이루어짐에 따라 서해로의 가입 자원량이 줄어들어 서해에서의 어획량은 지속적 감소를 나타내고 있는 것으로 사료된다.

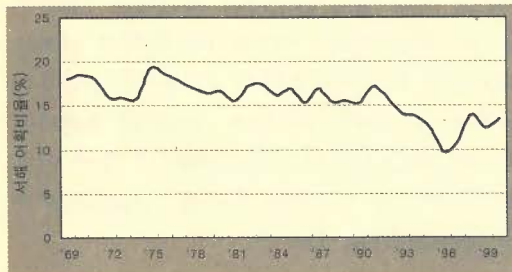


Fig. 2. Annual variation of total catch proportion in the adjacent Yellow Sea fisheries.

*서해 연근해 해면어업의 어획비율 경년 변화

※자료 : 어업생산량 통계 1969~2000(통계청)

서해의 주요 어업별 어획 변천

서해에서의 주요 어업별 어획량 변천을 보면, 근해안강망어업은 1980년대 연평균 9만3천톤으로 가장 높은 어획을 나타낸 후 1990년대 약 4만 9천톤으로 감소하였으며, 최근에는 3만2천톤으로 지속적인 감소 경향을 나타내었다. 연안안강망어업은 1969년에 9천톤에서 1990년대 3만7천톤으로 어획의 증가경향을 나타내었으나, 2000년에는 3만1천톤으로 감소하였다(Fig. 3).

이를 어업별 어획비율로 보면, 근해안강망어업의 경우는 1960년대 36%에서 2000년 15%로, 대형기선저인망어업의 경우는 60년대 20%에서 2000년 2%로 지속적 감소를 나타내었으나, 연안안강망어업의 경우는 1960년대 7%에서 1990년대 20%로 지속적 증가경향을 보였다.

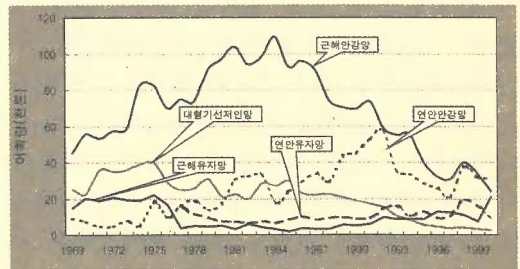


Fig. 3. Annual variation of total catches by major fisheries in the adjacent Yellow Sea.

*서해 연근해 해면어업 중 주요어업별 어획량 경년 변화

※자료 : 어업생산량 통계 1969~2000(통계청)

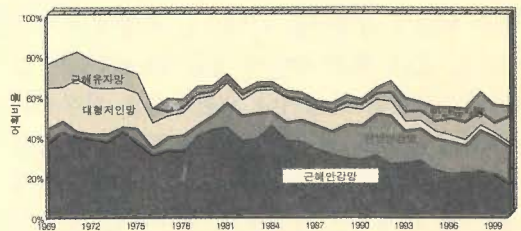


Fig. 4. Annual variation of total catch proportion by major fisheries in the adjacent Yellow Sea.

*서해 연근해 해면어업 중 주요어업별 어획비율 경년 변화

※자료 : 어업생산량 통계 1969~2000(통계청)

이와 같은 어업별 어획비율의 변화는 어업별 주 조업대상어종의 차이에서 오는 현상이라 볼 수 있다. 2000년 일반해면어업 중 서해에서의 어획량은 161,460톤으로 전체 어획량 중 12.5%를 차지하였으며, 이를 어업별 어획비율로 보면, 근해안강망과 연안안강망이 각각 15% 및 19%를 차지하였다(Fig. 4).

서해의 분류군별 어획 변천

서해 일반해면어업의 분류군별 어획비율 변천을 보면, 어류의 경우 1970년대 약 13만6천톤으로 가장 많은 어획량을 나타내었다(Table 1). 이후 점차 감소하여 최근에는 절반 수준인 약 7만4천톤으로 낮아졌으며, 2000년에는 7만2천톤으로 감소하였다. 갑각류는 1969년에 약 6천톤에서 1990년대 약 4만2천톤으로 증가되었으나 최근에는 감소경향을 보여 2000년에는 3만톤 수준으로 감소하였다.

패류 또한 1969년에는 9천톤이었다가 1990년대까지 약 5만8천톤으로 지속적인 증가경향을 보였으나 최근 다소 감소하여 5만톤 수준을 유지하고 있다. 두족류는 1969년에는 1천톤이었다가 1980년대에는 약 2만6천톤으로 지속적인 증가경향을 보였으나 그 후 감소하여 최근에는 1만톤 수준을 유지하고 있다.

어획비율로 보면, 어류는 1969년에 84%에서 지속적으로 감소하여 1990년대 이후 최근까지

44% 수준을 유지하고 있다. 갑각류의 경우는 1969년에 5%에서 1990년대까지 지속적으로 증가하여 최근 21% 수준을 유지하고 있다. 또한, 패류는 1969년에 7%에서 1970년대와 1980년대 급격히 증가하였으며, 1990년대 이후 최근까지 29% 수준을 차지하고 있다. 이와 같이 서해안에서는 갑각류 및 패류자원의 어획비율과 어류의 어획비율이 교차하여 종다양성의 변화를 나타냈다.

서해 주요종의 어획변천

서해에서 1969년대 이후 최근까지 가장 높은 어획수준을 나타내고 주요종에 대해 살펴보면, 1969년에는 어류 중 갈치가 전체 어획량의 19.4%(2만3천톤), 참조기 9%(1만1천톤), 굴류 2.3%(3천톤)을 차지하였으며, 1970년대에는 갈치 18.8%(3만7천톤), 꽃게 4.5%(9천톤), 참조기 3.8%(8천톤)를 유지하였다. 전체어획량이 증가하였던 1980년대에는 갈치가 17.6%(4만4천톤), 동죽 6.2%(1만6천톤), 꽃게 5.9%(1만5천)로 70년대비 1.7배이었으며, 1990년대에는 굴류가 80년대에 비해 3.7배 증가하여 7.2%(1만4천톤), 동죽이 5%(1만1천톤~1만톤)를 유지하였고, 최근 3년동안에는 하등어류인 멸치가 9.6%(1만6천톤)이고, 계속 우점하였던 갈치는 2.5%(4천톤), 주요종인 참조기는 1.5%(3천톤)으로 감소하여 전반적으로 고급어류는 줄어들고 갑각류

Table 1. Variation of catches by fish in the adjacent Yellow Sea (Unit : ton/year)

시 기	어류		갑각류		패류		두족류		해조류		기타	
	어획량	%	어획량	%	어획량	%	어획량	%	어획량	%	어획량	%
1969년	105,492	84	5,753	5	9,238	7	1,194	1	1,250	1	2,097	2
1970년대	135,679	69	23,791	12	24,240	12	9,449	5	1,428	1	688	0
1980년대	129,578	51	36,979	15	58,180	23	25,673	10	441	0	782	0
1990년대	88,144	44	42,195	21	57,723	29	10,109	5	80	0	354	0
최근 (1998-2000년)	73,780	44	36,227	21	48,904	29	10,349	6	31	0	771	1
2000년	72,675	45	32,925	20	46,698	29	7,580	5	21	0	1,561	1

*서해 일반해면어업의 분류군별 어획 변화

※자료 : 어업생산량 통계 1969~2000(통계청)

등이 증가추세로서 먹이연쇄가 변화되고 있는 것을 알 수 있다.

서해안 수산자원 보존관리

서해안 연안관리의 문제점

우리나라 연안은 지난 수십년간 인위적인 요인에 의해 자연적, 사회경제적으로 급격한 변화를 겪어왔다. 특히, 서해안 연안의 변화를 일으킨 주요인으로는 방조제 축조 및 매립 사업, 연안도시 및 대규모 공단의 개발, 항만 및 공항 건설, 간척사업 등을 들 수 있고, 변화의 주요 징후에는 자연적인 징후로 수산자원의 연안 서식처 손실과 해양 수질·저질의 악화, 수산자원의 감소 등을 들 수 있으며, 사회경제적인 징후로는 인구분포의 변화, 산업구조의 변화, 수산업 활동의 감소 등을 들 수 있다.

서해안은 간척지가 많이 발달하고 수심이 얕기 때문에 농업용 간척을 비롯하여 공유수면매립사업이 가장 활발히 이루어져 왔는데, 2001년까지 공유수면매립계획지구 중 72.9%에 해당하는 649.9 km²가 서해안에 위치해 있다. 인천·강화연안의 도시용 매립지와 아산만, 군·장지구 공업용 매립지를 제외하면 대부분 농업용 간척지인데, 최근 시화호를 비롯하여 간척·매립사업의 연안생태계 파괴문제와 수산자원 보호의 문제가 제기되면서 간척·매립사업에 대한 전반적인 회의론이 첨예하게 대두되고 있다. 간척·매립에 의한 가장 큰 변화는 경기만을 들 수 있는데 경기만에서는 지난 10여년간 남동공단, 시화공단의 조성, 시화방조제 사업, 영종도 신공항 사업, 인천 송도연안 가스기지 건설 등 대규모 건설사업이 이루어졌다. 이밖에도 시화방조제와 남동공단과 연결되는 가스기지 건설로 부근 연안해역의 해수유동 및 순환에 영향이 미쳤음이 관찰되었고, 국지적이긴 하나 해수의 온도분포에도 변화가 초래되었음이 발견되었다(조와 이, 1998). 해수온도는 해양생물의 서식에 크게 영향을 미쳐, 해역 생태계 군집에 변

화를 초래하고 수산자원의 감소를 야기시킬 수 있다. 이와 같은 결과는 서해안의 공단건설, 방조제 건설 등으로 연안 생태계에 실제로 많은 변화가 일어나고 있음을 보여주는 좋은 예이다.

또한, 생태계 조사자료에 의하면, 시화담수호에서 방조제 축조 전후로 식물플랑크톤의 우점종이 뚜렷하게 변화하고, 저서생물 군집의 경우도 반월공단 및 시화호 방조제 사업 이후에 생물 군집량 및 다양성에 현격한 감소를 보여주고 있다. 또한 잦은 연안개발 활동으로 인한 토사의 유입으로 서해안 주변 해역에는 부유물질이 매우 높은 농도로 나타나, 인천연안의 투명도는 0.5~6m의 범위에서 변동하며 평균 2m 이하이다. 서해 연안해역의 이와 같이 낮은 투명도는 풍부한 영양염류에도 불구하고 식물플랑크톤의 광조건을 열악하게 만들어 궁극적으로 일차생산력을 저해하는 주요 요인이 되고 있다고 사료되며, 육상에서 유입되는 질소, 인 등 영양염류에 의해 시화담수호, 인천연안 등에서는 부영양화가 가일층 진행되고 있는 실정이다. 해양생태계의 변화는 수산자원의 고갈을 야기하여, 천수만의 경우 해조류 및 어패류 모두 간척사업 이후로 생산량이 계속 감소하여, 이제는 거의 생산되지 않고 있는 실정이다.

우리가 간과해서는 안될 일은 바다에서의 모래채취를 들 수 있다. 경제가 발전하면서 건설을 위해서는 모래가 필요하지만 해양생태계에서도 모래는 수산자원의 보호를 위해 필수적이므로 보호되어야 하는데 현 실정은 그렇지 못하다. 경기만(덕적도 서부해역)의 경우 해양생태계를 고려하지 않고 단순히 바다의 모래량만을 고려한 가채매장량이 98,387,200 m³(한국자원연구소 골재부존량조사, 1995)인데 이미 2000년까지 가채매장량을 초과하여 바다모래를 채취한 실정으로 해양생태는 심각한 수준에 와있다고 보여진다. 육상의 경우는 바로 눈에 보이기 때문에 환경단체 등의 반대의 의해 모래채취가 어렵고 바다의 경우는 보이지 않기 때문에 우리가 직접 피부로 느낄 때는 이미 해양환경은 파

괴되어 회복이 불가능한 폐허가 된다는 것을 우리 모두 명심하여야 한다. 이러한 연안관리의 문제는 발달된 서해안 갯벌 감소를 야기시켰으며, 어패류의 산란과 치·자어의 성육장일 뿐 아니라 공동어장인 서해가 집중적으로 개발되고 있어 다수 어업인의 생업터전으로 매우 중요한 어장인 연안수역의 파괴를 야기시켰다.

서해안 갯벌

우리나라와 같은 갯벌은 사실 매우 특수한 조건에서 만들어진 희귀한 지형이다. 갯벌이 만들어지려면 조차가 커야하고 지형이 평평해야 함은 잘 알려진 사실이다. 서해로의 퇴적물 공급은 압록강, 한강, 금강, 영산강 이외에 중국의 황하강으로부터 이루어진다. 중국의 황하강에서 들어오는 육상기원 퇴적물의 양은 1년에 약 1.0×10^9 톤이며 양자강이 0.5×10^9 톤이다. 이에 비해 우리나라의 한강, 금강 등으로부터 유입되는 육상기원 퇴적물의 양은 1년 약 5×10^7 톤에 불과하나 대부분이 서해연안에 쌓여 연평균 3~5 mm의 갯벌 형성에 매우 중요하게 작용한다. 서해 갯벌의 형성과 밀접한 관계를 가지는 조차는 서해 연안을 따라 남쪽에 위치한 목포에서는 약 3.1 m이고 북쪽에 위치한 인천에서는 약 7.3 m이다. 목포지역은 조차가 작음에도 특별히 넓은 갯벌이 발달되어 있다. 이는 해안선(리아스식)의 길이가 매우 길고 만이 발달했기 때문이다(고, 1998). 이와 같이 발달된 서해안의 갯벌은 종다양성, 생산성, 오염물질의 정화능, 철새, 자연재해조절, 경관 등의 관점에서 중요하며, 서해 갯벌을 보전하면 수산자원을 보호할 수 있을 뿐만 아니라 연안해역의 오염을 줄이는 데도 중요한 역할을 할 것이다.

이상의 연안해역의 환경 및 수산자원의 서식처 보존과 더불어 실제 수산자원을 대상으로 하는 어업관리체제의 개념 변화가 요구된다.

어장의 재생산구조

자연자원은 갱신적 자원과 비갱신적 자원으로

로 구분되고, 갱신적 자원은 다시 자율적 갱신 자원과 비자율적 갱신자원으로 구분되는데, 수산자원은 바로 자율갱신적 자원의 대표적인 존재이다. 이러한 자율적 갱신자원인 수산자원은 '산란-부화-치자어-미성어-성장-성어-산란'이라는 자원학적 순환과정을 자율적으로 반복하면서 어종과 일정 자원군을 계속 유지해 나가며, 특히 어류자원은 해양생태환경에서 다른 생물자원과의 포식과 비포식관계를 가지면서 자원증식의 순환과정을 반복하고 있는 것이다(강, 1998). 여기서 매년의 가입을 A, 성장을 G, 자연사망을 D라 하면, $A + G = D$ 는 가입과 성장이 사망과 같게 된다. 어업생산에 의해서 $A + G - D$ 에 해당하는 자원량인 자연증가(잉여생산)만큼만 인간이 매년 어획한다면 자원량은 변동없이 유지될 수 있다는 것이며, 이는 어업생산을 '잉여생산량 숨아내기'라고 이해하면 쉬우리라 여겨진다. 그러므로 자원학적으로는 이 최대자원 증가량만큼을 어획해 나갈 것을 강조하고 있으며, 그렇게 될 경우 계속해서 최대지속적어획량(maximum sustainable yield: MSY)이 매년 가능하게 된다는 것이 MSY의 본질이다. MSY는 자율적 갱신자원인 수산자원을 최대로 유지하면서 최대수준의 지속적 생산의 조건을 충족시키는 자원수준을 의미하며, 오늘날에도 수산자원의 상태를 평가하는데 중요한 척도로 사용되고 있다.

어업관리의 문제

산업의 중심문제는 역사적, 사회경제적 배경과 산업의 발전단계에 따라서 상이하다. 현대에 한국수산업, 특히 서해안 수산업의 중심문제는 환경조건의 변화에 대하여 어떻게 적응하여 생물학적 견지의 수산자원 보존과 산업으로서 수산업을 동시에 존립시키고, 나아가서 지속적으로 이 분야를 발전시킬 수 있을 것인가 하는 것이다. 현재 우리나라 수산문제는 그것이 순차적, 단계적으로 제기되는 것이 아니라, 일시에 거의 전반적인 문제가 노출되어 있다는 데 문

제의 심각성이 있다. 그러면서도 수산문제의 기본적 특성은 자연의 생물자원을 대상으로 인간의 생산활동을 여기에 지속시킨다고 하는 사실이다. 여기에 자원에 관한 자연과학적 기술적 문제와 합리적인 자원이용을 위한 사회경제적 문제가 서해안 수산업의 지속적 발전에서 최대 과제가 되고 있다. 앞에서 언급한 MSY 즉 최대지속적생산의 개념은 자원생물학적 관점에서 수산자원의 재생산 메커니즘에는 일정한 한계가 있다는 것을 의미하는 것이므로, 그런 뜻에서 MSY는 어업관리의 중요한 기준이 된다고 할 수 있다.

어류자원의 기본적 특성은 그것이 공유재산적 자연자원(common property of natural resources)의 성격을 지니고 있어 공유재산으로서 공개되어 있는 어류자원을 다수인이 동시에 이용하고, 이를 최대한 지속적으로 이용해 나가기 위해서는 그의 관리문제에 대해 결코 소홀히 할 수 없다. 그러나 어류자원의 공유적 성격 또는 공개성이라는 원칙이 사회적으로는 공동체이지만 개인적으로는 사유재를 뜻하므로 어업경영자는 가능한 한 최대수익을 위하여 어획량을 최대한 증대시키고자 한다. 따라서 경쟁적으로 과잉투자가 자행되어 어업자간에 과당경쟁을 야기시켜 남획이라는 자원문제를 낳게 된다. 말하자면 어장과 수산자원은 사회적 성격을 갖는데 대하여, 수산경영은 개별적·사적 문제인 점으로 말미암아 발생하는 문제인 것이다(최, 1998). 특히 우리나라 서해 연근해어장은 해양오염과 매립·간척에 의한 부정적인 작용이 가세되고 있다는 것을 감안하면 자원문제는 더욱 심각한 것이다.

이에 현 체제를 바꾸어 심화되는 어업생산의 기본적 모순을 어느 정도 완화시키고 극복해야 한다는 관점에서 어업관리의 철저한 실행은 불가피하며, 그 방향은 직접관리, 산출량관리 또는 자율적 자원관리형 어업에로의 길이 될 수 밖에 없을 것이다. 어업관리의 문제는 수산자원에 관한 자연과학적 법칙성에 따라서 인간이 어

떻게 하면 수산자원을 가장 합리적으로 이용하고, 개발하며, 개조할 수 있을 것인가 하는 문제인 것이다.

어업관리체제의 전환

어업관리는 어업자들이 어업생산활동을 계속해서 영위해 나갈 수 있도록 하는 각종의 어업규제나 그 조장수단에 관련된 정책체계로서, 어업관리와 자원관리 및 어장관리의 3대 관리내용이 포함된다. 그러나 어업관리를 좀더 구체적으로 정의하면 수산자원의 적절한 보호와 유지, 그 이용을 위한 어업노력량과 어업생산수량을 관리해 나가는 활동이 될 것이다. 지금까지 우리나라의 어업관리는 간접관리로 표현되는 어업노력량 관리로 일관해 왔으며, 어업허가 또는 면허어업의 종류와 범위, 건수의 조정 등이 주된 내용을 이루었다. 이러한 어업관리는 주로 공권력에 의해 타율적으로 수행되어 왔으므로 말하자면 어업생산량 자체를 직접관리하는 산출량관리제도(output management system)는 아니었다.

해양법체제 하에서는 각국에 대하여 어업관리의 새로운 체제전환(regime shift)을 요구하고 있는데, 그 가운데 하나가 총허용어획량(total allowable catch: TAC)제도이다. 이것은 오늘날 어업관리방식의 세계적 추세일 뿐만 아니라 UN해양법의 의무사항이기도 하다(UN해양법 제 61조). 우리나라 수산업법은 UN해양법의 1994년 11월 발효를 계기로 1995년 12월 제 15차 법개정을 통해 제 54조의 2를 신설하고, TAC 관련사항을 여기에서 처음으로 규정하였다. 또한 1996년 12월에는 수산자원보호령을 전면 개정하여 TAC 대상어종과 어업의 범위, 이의 실시에 관한 규정을 두었다(수산자원보호령 제 27조의 2, 제 27조의 3).

현재 우리나라에서는 일부 연근해 어종에 대해 TAC를 설정하고 있으며, 서해안에는 본격적인 실시를 위한 기반조성 목적으로 2001년부터 키조개 자원을 시범어종으로 선정하였다. 그러

나, 현실적으로 서해안에는 어업별로 어종의 혼획률이 높고, 또 집중어획비율이 80~90% 가까이 높은 어종이 있다 하더라도 이들 어종의 연간어획량이 당해어업에서 점하는 비중은 극히 미미하다. 또 오징어, 조기, 갈치 등은 TAC에 의한 관리어종에 포함되어야 할 중요한 자원이기는 하나 선망, 트롤, 채낚기, 연승, 쌍끌이, 외끌이, 안강망 등 여러 업종으로 나뉘어져 어획되고 있기 때문에 서구에서처럼 단일어종-단일업종에 지배되고 있는 TAC제도와는 달리 그 실시가 간단하지 않다. 또한, 자원량 평가가 이루어졌다 하더라도 어업구조가 복잡하고 잡다한 생계유지형 어업에 지배되는 서해안 연근해어업에 대하여 일률적으로 TAC제도를 실시한다는 것은 불가능하며, 실효성을 기대하기도 어려운 것이다. 또한, TAC제도 실시를 위해서는 어업의 재편, 업종간 통폐합 등 조치가 사전에 이루어지고, 개별어업의 경영상의 안정성 문제가 검토되지 않으면 일률적인 시행은 곤란하다. 현재 진행중인 어업구조조정사업도 단순히 선박감척에만 목표를 두기 때문에 TAC제도와는 관계가 멀다. 뉴질랜드의 경우 TAC-ITQ(총허용어획량-개인별양도가능할당)제도의 도입에 앞서 1982년부터 모든 어업에 대하여 모라토리움(moratorium)을 선언한 바가 있었다.

이상의 문제들을 고려할 때 서해안 모든 연근해 어족자원을 정부주도하의 TAC제도로 관리할 수는 없는 것이므로 여타의 어업과 어자원관리문제는 어떻게 할 것인가 하는 것도 중요한 관심사가 아닐 수 없다. 여기에 대해서는 기존 제도하에서 어업자 스스로가 TAC를 정하여 자율적으로 관리하고 국가연구기관에서는 과학적인 TAC 산출을 위한 조연을 주는 자율적 어업관리방안이 모색되어야 할 것이다. 그리고 어업권 어업에 대해서는 관리주체인 어촌계의 어장관리 기능을 강화할 수 있도록 해야한다. 우리나라의 경우 전국의 어업권 어업은 1997년 말을 기준할 때 전 어장의 73.9%(면적기준)를 어촌계가 보유하고 있고, 어촌계의 보유어업권

중 65.8%가 마을어장으로 되어 있다. 그리고 마을어장은 총면적 95.1%를 어촌계가 취득하고 있으므로 법률상 어업권 관리주체는 어촌계인 것이 틀림없다. 그러나 실제상으로는 어촌계의 어장관리활동이 원활하게 이루어지지 못하고 있으며, 현재의 어촌계조직이 갖는 여러 가지 취약성 때문에 어촌계에 대하여 어장관리주체로서의 책임을 모두 규정하기에는 문제가 많다. 관계 법개정을 통해 지구별 수협에 해당어업권을 이관하거나, 그렇지 않으면 관리권만이라도 이관하여 원활한 어장관리가 되도록 할 필요가 있다(최, 1997).

맺는글

서해안은 반폐쇄성 해역으로 종이 다양하고 먹이사슬도 풍부하여 각종 수산자원의 산란·서식장으로 중요한 해역이나 산업화, 도시화에 따른 대단위 도시가 인접하여 육상오염원에 노출되고 있는 실정이고, 어업인의 남획으로 인하여 수산자원은 고갈되고 어획물 역시 고급어종은 점차 줄어들고 있는 심히 우려되는 상황에서 각종 매립과 바다모래 채취, 해양의 쓰레기장화로 인하여 황폐화는 가속화되고 있으므로 각자 자기의 위치에서 나만의 바다가 아니라 우리는 단지 임시로 바다를 관리해야하는 임무를 가지고 있고 자손만대에 건강한 자원을 물려주어야 한다는 책임감으로 바다를 관리해야 한다. 그러기 위해서는 첫째 육상오염원을 적정 처리하고 최소량만 유출시켜야 하며 연안역 매립을 자제하고 바다에서의 인위적인 행위를 최소화 하여야하며, 둘째 어업인은 내 발은 내가 가꾼다는 마음가짐으로 적정망목 사용으로 자치어 및 미성어 보호, 폐어망 육상처리, 적정어획량만 어획하는 등 자율관리 어업이 정착되어 스스로 가꾸고 거두는 노력만이 서해 수산자원을 살릴 수 있는 방법이라 여겨진다.

수산자원 어획생산량은 해황 및 기후변동에 영향을 받고 있으며, 이에 대한 연구가 최근 시

도되고 있다. 이러한 자연현상은 예측하기에 그리 쉽지는 않을 것이나, 지속적인 관심과 연구 노력이 유지되어야 한다.

서해안 연안관리의 제도적 개선과 갯벌보전의 정책채택이 선결되고 수산자원의 관리개념 및 관리체제 전환은 변화무쌍한 자연현상을 예측하고 대비하는 노력의 일부를 들이고도 이를 수 있는 큰 성과가 될 것으로 여겨진다.

참고문헌

- 고철환, 1998. 해양생태계 보전과 갯벌관리. 해양21세기. p.455-476.
- 서해수산연구소, 2001. 해·어황정보-2000년현황과 2001년 전망. 황해 해양 및 자원연구 제4권 1호. 267pp.
- 장창익, 1998. 어업관리학. 세종출판사. 204 pp.
- 조정제·이지현, 1998. 연안통합관리를 통한 연안의 지속가능한 개발. 해양21세기. p.425-453.
- 최정운, 1997. 수산업역할의 재인식과 기본과제. 수산경영론집 제28권 1호.
- 최정운, 1998. 수산업의 구조혁신을 통한 국제경쟁력의 강화. 해양21세기. p.233- 262.
- 한국자원연구소, 1995. 골재자원부존조사 제1권. 736pp.

「넓적부리도요」 - 멸종위기야생동물

· 학명 : *Eurynorhynchus pygmeus* (Linnaeus)

· **도요과.** 흔하지 않은 나그네새로 해안의 간척지, 하구의 삼각주, 초습지 등 물가에서 생활한다. 무리를 이루고 살며 좁도요의 무리에 섞여 이동한다. 여름깃의 등·머리·윗가슴은 적갈색으로 검은 반점이 있고 배는 흰색이다. 겨울이 되면 머리와 등이 회색으로 바뀌며 붉은 검은색 무늬가 나타난다. 몸길이는 약 17 cm 정도 되고 6-7월에 옅은 갈색의 알을 산란한다.



넓적부리도요새

서해 연안 어류다양성과 보전¹⁾

김 익 수²⁾

전북대학교 생물학과

머리글

우리나라 서해연안은 수심이 얕고 조간대가 매우 넓으며 하천으로부터 담수와 함께 많은 영양 염류가 유입되고 있어 어류의 산란과 생육장으로서 좋은 조건을 이루고 있다. 그러나 1962년 공유수면 매립법이 공포되고, 1970년 농업진흥공사가 발족되면서 간척사업이 추진되면서 해안선은 짧아지고 조간대 면적은 크게 축소되기 시작하였다. 더구나 산업의 발달과 인구의 도시 집중으로 연안 오염은 심각해지고 생태계가 크게 파괴됨으로서 해양 생물 생산력과 생물 다양성이 현저하게 감소되었다(김, 1990).

우리나라 서해안 어류에 관한 분류학적 기록과 지역 어류상에 관한 단편적인 조사가 있지만(Jordan and Metz, 1913; Mori and Uchida, 1934; Mori, 1952; 정, 1977; 김 등, 1987; 김과 최, 1989; 김과 이, 1990; 이, 1990; 이와 박, 1992; Nakabo and Jeon, 1986; Nakabo *et al.*, 1987, 1991; Frick and Lee, 1992) 서해안 어류에 관한 전반적인 보고는 그다지 많지 않는다(이, 1994; 김과 이, 1995), 연안 어류의 생태 및 생활사에 대한 연구는 별로 없다.

1992년 리우환경회의에서 제시된 생물다양성

보존은 인류의 존속을 위한 궁극적인 환경 전략으로 인류의 생명 부양계를 유지하고 지속성이 있는 사회를 이루는 방책이 되기 때문에(이 등, 1994), 지금까지 보고된 서해안 어류상과 군집에 관한 특성을 정리하여 우리나라 서해 연안 어류 다양성 보존에 관한 기초 자료를 얻고자 한다.

서해안의 어류 서식 환경

서해는 평균 수심이 44 m로 비교적 낮다. 서해의 해류는 Kuroshio 해류에서 갈라져 나온 Tsushima 난류(暖流)가 제주도 서방을 통하여 서북쪽으로 유입되어 북상하나 그 힘은 미약하고, 가을에는 서해 연안수의 형성으로 난류가 더 이상 북상하지 못한다(이, 1994).

황해의 냉수는 겨울철 표면수 냉각에 의하여 형성되며 봄부터 가을까지는 표면수와 수온약층에 의하여 분리되어 황해 중앙 저층을 이루어 저어류의 분포 회유와 밀접한 관계를 가지고 있다. 한국 연안수는 연안을 따라 분포하며 여름에는 강우(降雨)와 강수(江水)에 의해 염분의 농도가 비교적 낮다(차, 1986).

해양어류의 동물지리적 입장에서 볼 때, 우리나라 서해안은 북온대지역(North temperate region)의 아시아태평양구역(Asian Pacific Region)

1) Fish diversity and its conservation in the west coast of Korea

2) KIM Ik-Soo, Department of Biological Sciences, Chonbuk National University, 561-756 Korea;
E-mail; kim9620@moak.chonbuk.ac.kr

에 포함되는데 황해수역에는 독중개과, 쥐노래
미과 및 붕넙치과 등의 40-50종의 전형적인 주

거주종 어류가 서식하는 특징이 있다(Briggs,
1974).

Table 1. Numbers of families, genera and species in the orders of fishes known to occur in Korean water and the west coast of Korea

목(Order)	한국 (Korea)			서해 (West coast)		
	과(Fam.)	속(Gen.)	종(Spp.)	과(Fam.)	속(Gen.)	종(Spp.)
1. 먹장어 목 (Myxiniiformes)	1	2	2	1	1	1
2. 칠성장어 목 (Petromyzontiiformes)	1	1	3	-	-	-
3. 은상어 목 (Chimaeriformes)	1	2	3	1	1	1
4. 갯이상어 목 (Heterodontiformes)	1	1	2	1	1	2
5. 수염상어 목 (Orectolobiformes)	3	3	3	-	-	-
6. 흉상어 목 (Carcharhiniformes)	4	13	15	3	9	10
7. 악상어 목 (Lamniformes)	4	6	16	1	1	1
8. 신락상어 목 (Hexanchiformes)	1	2	2	1	1	1
9. 돔발상어 목 (Squaliformes)	2	2	5	1	1	3
10. 전자리상어 목 (Squatiniiformes)	1	1	2	-	-	-
11. 톱상어 목 (Pristiophoriformes)	1	1	1	1	1	1
12. 홍어 목 (Rajiformes)	8	12	23	7	9	15
13. 철갑상어 목 (Acipenseriformes)	1	1	3	1	1	2
14. 당멸치 목 (Elopiformes)	2	2	2	-	-	-
15. 여울멸 목 (Albuliformes)	2	2	2	1	1	1
16. 뱀장어 목 (Anguilliformes)	5	16	22	5	8	9
17. 청어 목 (Cluperiformes)	4	15	20	3	13	18
18. 압치 목 (Gonorhynchiformes)	1	1	1	1	1	1
19. 잉어 목 (Cypriniformes)	2	39	82	-	-	-
20. 메기 목 (Siluriformes)	5	6	14	1	1	1
21. 바다빙어 목 (Osmeriformes)	3	11	14	2	8	11
22. 연어 목 (Salmoniformes)	1	6	12	-	-	-
23. 엘통이 목 (Stomiiformes)	1	1	1	-	-	-
24. 꼬리치 목 (Ateleopodiformes)	3	6	8	1	1	1
25. 홍메치 목 (Aulopiformes)	2	2	3	2	3	5
26. 샛비늘치 목 (Myctophiformes)	3	3	3	-	-	-
27. 이악어 목 (Lampridiformes)	1	3	3	-	-	-
28. 참치 목 (Ophidiiformes)	1	3	3	-	-	-
29. 대구 목 (Gardiformes)	5	8	10	1	2	2
30. 아귀 목 (Lophiiformes)	3	6	7	2	2	2
31. 숭어 목 (Mugiliformes)	1	2	3	1	2	2
32. 샛줄멸 목 (Atheriniformes)	2	3	4	0	0	0
33. 동갈치 목 (Beloniformes)	5	11	16	5	5	6
34. 금눈돔 목 (Beryciformes)	3	6	6	1	1	1
35. 달고기 목 (Zeiformes)	2	3	3	1	2	2
36. 큰가시고기 목 (Gasterosteiformes)	6	10	19	2	3	4
37. 드렁허리 목 (Synbranchiformes)	2	2	2	-	-	-
38. 횡대 목 (Scorpaeniformes)	14	69	130	9	20	35
39. 농어 목 (Perciformes)	79	239	392	34	84	129
40. 가자미 목 (Pleuronectiformes)	6	33	47	4	17	22
41. 복어 목 (Tetraodontiformes)	9	29	51	5	8	21
계	202	582	958	99	208	310

*한국과 서해 연안에 출현하는 어류목별 해당하는 과, 속, 및 종 수.

서해안 어류의 종다양성

지금까지 전 세계의 어류는 모두 57목 482과 24,618종으로, 그 가운데 담수어류는 9,966종이 포함된 것으로 알려졌다(Nelson, 1994). 우리나라 어류는 모두 41목 202과 935종의 목록으로 보고한 바 있으나(한국동물분류학회, 1997), 최근의 연구 조사에서 미기록종이 계속 추가되는 실정이어서 종 수는 이보다 훨씬 많으리라 예상된다.

1988년부터 1995년까지 우리나라 서해안에 해당하는 소흑산도에서 강화도까지 채집이 가능한 서해 연안과 강 하구의 37지점에서 채집된 어류 67과 187종의 표본을 확인하고, 여기에 이전 문헌에서 보고된 서해안 어류를 포함하여 어류 목록을 정리하여 모두 29목 99과 310종을 기록하였다(Table 1 ; 김과 이, 1995).

서해 연안에서 확인된 어류 310종(김과 이, 1995) 가운데 농어목 Perciformes이 가장 큰 분류군으로 129종(41.6%)이 포함되었다. 여기에는 주로 저서성이거나 열은 연안에서 사는 망둑어과 Gobiidae 38종, 민어과 Sciaenidae 12종, 돛양태과 Callionymidae 11종 등은 서해 연안 어류의 특성을 잘 보여주고 있다. 그 다음으로 많은 어류가 포함된 순서는 쏨뱅이(횃대)목 Scorpaeniformes 35종(11.3%), 가자미목 Pleuronectiformes 22종(7.1%), 복어목 Tetraodontiformes 21종(6.8%), 청어목 Clupeiformes 18종(5.8%)이다. 그리고 과 수준에서 종수가 많은 분류군은 농어목의 망둑어과 Gobiidae 38종, 참복과 Tetraodontidae 17종, 양볼락과 Scorpaenidae 16종, 민어과 Sciaenidae 12종, 돛양태과 Callionimidae와 가자미과 Pleuronectidae 각 11종의 순이었다.

서해안 수역별 어류 군집

강화도 남단

경기도 강화군 길상면 선두리와 화도면 여차리 해안지역에서 1991년 8월에 새우잡이 안강

망에서 조사된 어류는 10목 20과 38종이었다(김 등, 1991). 연안 해역에서 우세하게 출현한 어류는 전어, 참서대, 왜폴망둑, 폴반지, 복섬, 폴망둑, 얼룩망둑, 민태, 숭어 등이었다. 갯벌에서는 말뚝망둥어와 큰뺨말뚝망둥어가 우세하게 서식한다. 이 일대에서는 한강 하류의 영향을 받아 망둑어과 어류가 11종, 청어과 어류가 6종이 출현하고 뱀장어, 숭어, 전어, 복섬, 참서대 등의 회유와 산란 및 생육 장소가 되고 있다.

아산만

충청남도 아산만에서 1997-98년 1년간 수심 별로 조사한 어류는 모두 43종이었는데, 수심 1.5 m이하의 천해역에서는 날개망둑, 복섬, 폴망둑, 꺾정어, 감성돔, 숭어 등 13종이 출현하고, 수심 5-7 m 해역에서는 날개망둑, 돛양태, 참돔, 참돛양태, 조피볼락, 흰배도라치 등 28종이 있었다. 그리고 수심 15 m이상의 깊은 수역의 바닥에서는 흰배도라치, 쉬쉬망둑, 쏨뱅이, 날개망둑, 돛양태 등 30종이 출현하여 수심이 증가할수록 출현 종수는 많아진데 비하여 개체 수 밀도는 낮아지는 경향을 보여 주었다(황과 이, 1999).

천수만

충청남도과 안면도로 둘러싸여 있는 입구가 좁고 내부가 넓은 천수만은 어류의 산란장 및 생육장으로 이용되고 있다. 1991-1992년 저서성 어류 군집 조사에서 54종이 출현하였는데, 그 가운데 가자미목 어류가 10종, 망둑어과 어류 8종으로 가장 많았고 그 다음으로 민어과, 쥐노래미, 농어 등이 많이 출현하였다. 이들은 대체로 저서동물이나 바닥의 유기물을 먹이로 하며 바닥 가까이에서 사는 어류들이다. 멸치, 돛양태, 민태, 등가시치, 청보리멸, 참서대 및 주둥치가 총개체수의 90%를 차지하였고 총생체량으로는 등가시치, 민태, 문치가자미, 돛양태, 청보리멸, 참서대, 양태 순으로 이들이 총생체량의 70%를 차지하였다(이, 1989; 1996).

대천 연안

1990년 8월 대천 해변 썰파대에서 조사된 어류는 모두 24종이었는데 그 가운데 부어류의 개체수가 많은 종류는 주둥치, 청보리멸, 복섬, 청멸, 줄공치, 꼬치고기, 밴댕이, 숭어, 전어, 감성돔, 동갈돔, 멸치, 날치, 병어 순서이다. 그리고 저서성 어류는 흑대기, 실양태, 돛양태, 돌가자미, 날개망둑, 민태, 실고기, 양태, 두줄망둑, 보구치 등이다(이, 2001).

태안 연안

충청남도 태안군 소원면 모항리의 조간대와 연안에서 1996-99년에 조사 확인된 어류는 모두 14목 40과 73종이다. 농어목에 16과 35종으로 가장 많은 종이 포함되고, 그 가운데 망둑어과에 11종이 차지하고 있어 가장 큰 분류군을 이루고 있다. 본 수역에는 여름철에 난류성 어류보다는 망둑어과 어류, 조피볼락, 쥐노래미, 왜도라치 및 삼세기와 같은 정착성 어류가 우점하고 있다(임과 최, 2000).

고군산 군도 연안

전라북도 만경강과 동진강 하구로부터 새만금 방조제가 축조되는 일대에서 1996-1999년 조사된 어류는 13목 52과 107종이었고(심과 이, 1999; 김과 이, 1993) 1997년 남장만에서 어획된 어류는 흰배도라치와 멸치를 포함한 53종이었다(황, 1998). 본수역에서는 농어목 어류가 50종, 쏜뱅이목이 16종, 가자미목이 14종이고, 과수준에서는 망둑어과 13종, 민어과가 6종, 멸치과와 참서대과가 각 5종이었다. 출현 개체수로 멸치, 청멸, 조피볼락, 밴댕이, 전어 순서로 우세하게 나타났다. 계절적인 영향을 받는 어류로 2-4월초에 실뱅장어, 흰배도라치가 강하구로 모여들고, 4-6월말까지 멸치, 청멸, 웅어, 밴댕이, 전어, 조피볼락, 황강달이가 우세하게 출현한다.

영광 연안

1986-87년 1년간 전남 영광 연안에서 소형

otter trawl를 이용하여 종조성을 조사한 결과 모두 33종이 확인되었는데 그 가운데 민태, 쉬쉬망둑, 보구치와 참서대가 우점하여 이들이 총 개체수의 81.9%, 총생체량의 71.4%를 차지하였다. 온수기에는 주거종인 참서대와 회유종인 보구치와 민태가 우점하였으며, 냉수기에는 쉬쉬망둑과 등가시치가 우점하였다. 조류가 빠른 지역에서는 참서대의 개체수가 증가하였다(이와 길, 1998).

소흑산도 일대

우리나라 서남단에 위치한 소흑산도 일대에서 1993-95년 조사한 어류는 14목 59과 128종이었다(이와 주, 1996). 이 가운데 많은 종을 포함한 분류군은 농어목 어류가 54종, 쏜뱅이목 25종, 가자미목 16종, 복어목 8종이었다. 한편 많은 종을 포함한 과는 양볼락과 13종, 민어과와 가자미과가 각 8종씩 포함하고 있었다. 소흑산도 일대의 해역은 쓰시마 난류와 황해 고유냉수층의 영향을 동시에 받고 있는데다 황해의 다른 수역보다 수심이 깊고 염도와 투명도가 외해성을 나타내고 있어 해산어류의 서식조건이 양호함으로 다른 연안보다 어류 다양성이 비교적 높은 경향을 보여주고 있다.

서해안의 주목되는 어류

1960년대에 서해안을 대표하는 수산업의 중요한 어종은 조기류, 강달이류, 뱀어류, 홍어와 가오리류, 민어, 대구, 아귀, 숭어, 갈치, 망둥어류, 우럭이었다. 특히 참조기는 연평도 근해의 산란장을 향하여 북상하는 참조기 어군을 쫓아 모여든 어선들로 파시를 이를 정도였고, 민어와 숭어의 알 가공식품과 금강 하구의 벚꽃뱅어의 가공품은 중요한 자원이었으나 이제는 찾아보기 어려운 정도이다(김, 1988). 1980년대 이후 서해안에서 많이 어획되는 어종은 갈치, 고등어, 말쑤치, 부세, 참조기, 삼치, 청어, 가자미류, 뱀어류, 갯장어, 보구치, 준치 등이

다(김, 1994). 1990년대에는 멸치, 흰배도라치, 밴댕이, 까나리 등의 소형어류가 증가하였는데, 안강망 어획 수산물량의 순서는 참조기, 갈치, 병어, 보구치, 아귀류, 수조기 등이었다(황 등, 2001).

서해안에 서식하는 어류 가운데 경제적으로 중요한 어종은 가오리과의 흥어, 뱀장어과의 뱀장어, 청어과의 밴댕이, 멸치과의 청멸, 멸치, 응어, 양볼낙과의 조피볼락, 농어과의 농어, 민어과의 수조기, 민어, 참조기, 보구치, 황강달이, 눈강달이, 송어과의 송어, 양태과의 양태, 갈치과의 갈치, 병어과의 병어, 참서대과의 박대, 참서대, 가자미과의 돌가자미, 참복과의 까치복, 황점복, 황복 등이다(이, 1994).

서해 연안은 쿠로시오 조류의 영향을 크게 받지 않고 전형적인 냉수성 어류상의 특성을 가지고 있어(Moyle and Chech, Jr, 2000), 생물지리적으로도 주목된다. 우리나라 서해 연안에서 분포하는 다음 7종은 신종으로 발표된 후 다른 지역에서 아직 알려지지 않아 고유종일 가능성이 매우 높다. 추후 이들 분류군에 대한 계통분류와 생태에 관한 연구가 요망된다.

젓뱅어 *Neosalanx jordani* Wakiya and Takahashi, 1937. 뱀어과(Salangidae), 전장 6 cm의 소형 뱀어로 1960년대에도 전라남북도 연안과 특히 금강 하구를 중심으로 뱀어젓을 만들어 가공 수출하기도 하였다.

둥근물뱀 *Ophichthus rotundus* Lee and Asano, 1997. 바다뱀과(Ophichthidae), 전장 47.8-73.9 cm의 크기로 몸에는 갈색 반문이 없다. 전라북도 계화도 조간대에 분포한다. 새만금 간척 사업으로 절멸 위기에 있다.

황해볼락 *Sebastes koreanus* Kim and Lee, 1994 ; 양볼낙과(Scorpaenidae), 체장 10-13 cm로 전라북도 무녀도와 경기도 시흥군 소래의 수심 20-30 m 연안의 암초지역에 서식한다.

참돔양태 *Repomucenus koreanus* Nakabo, Jeon and Li., 1987 ; 돔양태과(Callionymidae), 체장 7-10 cm로 황해 연안의 모래와 진흙이 깔

린 얇은 곳의 바닥에 서식한다.

흰점양태 *Repomucenus leucopoecilus* (Fricke and Lee, 1993) ; 돔양태과(Callionymidae), 7-8 cm로 전라북도 군산 연안과 비응도에 분포한다. 새만금 간척 사업으로 서식이 위협받고 있다.

점줄망둑 *Acentrogobius pellidebillis* Lee and Kim, 1992 ; 망둑어과(Gobiidae), 소형으로 전장 4-6 cm. 전라남북도와 충청남도 연안 갯벌의 조수 웅덩이에 서식한다.

큰뺨말뚝망둥어 *Periophthalmus magnuspinnatus* Lee, Choi and Ryu, 1995 ; 망둑어과(Gobiidae), 전장 9-10 cm로 우리나라 서남해로 유입하는 강 하구의 갯벌에 서식한다.

흰배도라치 *Pholis fangi* (Wang and Wang, 1935) ; 황줄배도라치과(Pholididae), 전장 4-5 cm. 우리나라 서해안에서 우세하게 분포한다.

서해안 어류의 산란과 회유

어류의 회유는 환경 변화나 어류 자체의 생활사와 관련한 생리적 요인에 의하여 일어난다. 회유에는 어류의 섭식이나 월동하는 장소로부터 산란하는 수역으로 찾아가는 산란 회유(産卵回遊 spawning migration), 산란이나 월동하는 곳으로부터 먹이를 찾아가는 색이 회유(索餌回遊 feeding migration), 그리고 산란 장소나 색이 장소로부터 휴식처로 찾아가는 안식 회유(安息回遊 refuge migration) 등이 있다(Wootton, 1990).

산란 회유는 일반적으로 연안성 어류나 대양성 어류 대부분이 행하고 있는데, 뱀장어는 태평양에서 산란을 한 후 먼 거리를 이동하여 실패장어가 되어 이른 봄철에 다시 서해안 강 하구로 모여든다. 서해안에 전형적으로 출현하는 민어과 어류는 겨울에 제주도 남서부에서 월동을 하다가 북상하여 우리나라 서해안에서 3월 중순경부터 7월 초순까지 산란한 후 황해의 깊은 곳의 펄 바닥에 있다가 가을이 되면 남하하는데, 산란 부화한 어린 새끼는 강하구

의 기수역으로 올라온다. 가자미나 넙치류는 모래나 진흙 속에 있는 먹이 생물을 찾아 해저를 수평적으로 이동하여 산란한다. 정어리, 발광멸, 샛비늘치과 어류는 동물성 플랑크톤의 주야간의 수직적인 이동을 따라 수직적 회유를 한다. 수온 변화에 따른 이동하는 예로 대구는 3°C, 청어는 5°C, 고등어는 15°C가 적정 온도이다.

강 하구의 연안에는 염분의 농도 변화가 심하고 영양분이 상류로부터 항상 공급되고 있는데다 비교적 다양한 서식 조건을 포함하고 있다. 그리고 이 곳은 비교적 많은 양의 플랑크톤이 생산되기 때문에 광염성이며 저서성 어류인 망둑어과 어류의 좋은 산란 및 생육장이다.

서해 중동부 연안에 출현하는 자치어는 연안성이나 근해성인 어종들이 집중되는데, 여름철은 전어, 밴댕이, 멸치와 같은 연안 회유성 어종이 그리고 겨울철에는 흰배도라치가 우점하여 성장기를 보내고 있다(차, 1986).

서해 연안 어류 다양성 보존 방안

우리나라 서해 연안에서 서식이나 출현이 확인된 어류는 모두 29목 99과 310종이지만(김과이, 1994) 지금도 해마다 미기록 종이 계속 나오고 있고, 북한의 서해 연안을 포함하여 아직 조사가 되지 않은 지역이 많기 때문에 실제로 서식하는 종은 이보다 훨씬 많으리라 생각된다. 이와 같이 다양한 어류 종은 경제 가치뿐만 아니라 학술적 및 생태적 입장에서 매우 중요하기 때문에 생물다양성 보존은 국가 정책으로 우선적으로 보호하는 방안을 강구하여야 한다. 아울러 연안 오염과 산란기의 남획을 방지하고, 파손된 연안 생태계 회복을 위하여 적극적 대책이 요구된다.

그리고 어류다양성 보존을 위하여는 우선적으로 서해안의 어류 다양성에 관한 지속적이고 체계적인 실시 조사와 더불어 조간대와 강 하구에 서식하는 어류의 생태 및 생활사에 대한

기초 조사가 필요하다. 이러한 조사 결과를 근거로 하여 보존적 가치가 있는 강하구와 해안 지역은 국립공원 및 천연보호구역으로 설정하고, 멸종 위기에 있거나 보호가 요구되는 어류는 자연환경 보전법에 근거하여 적극적인 보호 방안을 강구하여야 한다.

참고문헌

- 김용억, 1989. 어류학 총론. 태화출판사. 270pp.
- 김을배, 1988. 서해안 개발에 따른 어류자원의 실태변화와 보존대책. 자연 보존 62: 17-22.
- 김용문, 1994. 황해-동중국해 어업자원의 현상. 자연보존 86: 21-24.
- 김익수 · 이완옥 · 심재환, 서해안 간석지(강화도 남단)의 어류상. 환경처 자연생태계 조사보고서. 155-176.
- 김익수 · 이완옥, 1995. 고군산 군도 연안 어류상. 한국어류학회지 5(1): 43-52.
- 김익수 · 이완옥, 1995. 한국의 황해 연안 어류. 한국의 어류상 연구 2: 1-52.
- 김훈수, 1990. 한국의 간척 매립 사업과 자연 보존. 자연보존 71: 21-27.
- 심광수 · 이충렬, 1999. 새만금 일대의 어류상. 한국환경생물학회지. 17(3): 293-303.
- 이인규 · 김계중 · 조재명 · 이도원 · 조도순 · 유중수, 1994. 한국의 생물다양성 2000. 민음사. 405pp.
- 이충렬, 1994. 황해의 어류상에 대한 검토. 한국어류학회지 6(2): 172-192.
- 이충렬 · 주동수, 1996. 소흑산도 일대에 서식하는 어족자원과 그 특성. 한국어류학회지. 8(1): 64-73.
- 이태원, 1989. 천수만 저서성 어류 군집의 계절적 변화. 한국수산학회지 22(1): 1-8.
- 이태원, 1996. 천수만 어류의 종조성 변화 1. 저어류. 한국수산학회지 29(1): 71-83.
- 이태원, 2001. 대천 해변 쇄파대 어류군집. 한국어류학회지 13(1): 32-39.

- 이태원 · 김광천, 1992. 아산만 저어류 2. 종 조성의 주야 및 계절 변동. 한국수산학회지 25: 104-114.
- 이태원 · 김준우, 1998. 1986-87년 영광 연안 저어류의 계절 변동. 한국어류학회지 10(2): 241-249.
- 임환철 · 최 윤, 2000. 서해 태안 연안의 어류상. 한국어류학회지 12(3): 215-222.
- 정문기, 1977. 한국어도보. 일지사. 648pp.
- 차성식, 1986. 황해 중동부 연안역의 부유성 난자치어 군집에 관한 연구. 서울대 대학원 이학박사 학위논문. 144pp.
- 한국동물분류학회, 1997. 한국동물명집. 아카데미서적 489pp.
- 황선도, 1998. 서해 고군산군도 연안 남장망 어획 수산생물의 종조성 및 주야 계절변동. 한국어류학회지 10(2): 155-163.
- 황선도 · 김종식 · 최용규 · 양원석, 2001. 황해 및 동중국해에서 근해 안강만에 오획된 수산자원 생물의 종조성. 수진연구보고 59: 20-28.
- 황학빈 · 이태원, 1999. 아산만 천해역 수심에 따른 어류 종 조성의 계절 변동. 한국어류학회지. 11(1): 52-61.
- Briggs, J. C., 1974. Marine zoogeography. New York: McGraw-Hill. 475pp.
- Chough, S. K., 1983. Marine geology of Korean seas. D. Reidel Publ. Comp. Boston. 156 pp.
- Fricke, R. and C. R. Lee, 1993. *Callionymus leucopoecilus*, a new dragonet(Callionymidae) from the Yellow Sea. Japan. J. Ichthyol. 39(4): 275-279.
- Jordan, D. S. and C. W. Metz., 1913. A catalog of the fishes known from the waters of Korea. Mem. Carn. Mus. 9(1)1-65. pl. 10.
- Kim, I. S. and Y. Choi, 1989. A taxonomic revision of the family Cynoglossidae(Pisces, Pleuronectiformes) from Korea. Bull. Korean Fish. Soc. 27(6): 803-813.
- Kim, I. S. and E. J. Kang, 1991. Taxonomic revision of the suborders Blennioidei and Zoarcoidei (Pisces, Perciformes) from Korea. Korean J. Zool. 34(4): 500-525.
- Lee, Y. J. and I. S. Kim, 1992. *Acentrogobius pellideblis*, a new species of gobiid fish from Korea. Korean J. Ichthyology 4(1): 14-19.
- Lee, Y. J., Y. Choi and B. S. Ryu, 1995. A taxonomic revision of the genus *Periphrthalmus*(Pisces, Gobiidae) from Korea with description of a new species. Korean J. Ichthyol. 7(2): 120-127.
- Mori, T., 1952. Check list of the fishes of Korea. Mem. Hyogo Univ. Agr. 1(3): 1-229.
- Mori, T. and K. Uchida, 1934. A revised catalogue of the fishes of Korea. J. chosen Nat. Hist. Soc. 19: 1-23(in Japanese).
- Moyle, P. B. and J. J. Cech, Jr., 2000. Fishes : An introduction to ichthyology. 4th ed., Prentice Hall. 612pp.
- Nakabo, T. S. and S. R. Jeon, 1985. New record of a dragonet fish, *Repomucenus olidus* (Pisces: Callionymidae) from Kum River(Kanggyong-eub), from Korea. Korean J. Lim. 18(1,2): 43-50.
- Nakabo, T. S., R. Jeon and S. Z. Li., 1987. A new species of the genus *Repomucenus* (Callyonimidae) from the Yellow Sea. Japan. J. Ichthyol. 38: 255-262.
- Nakabo, T., S. R. Jeon and S. Z. Li., 1991. Description of the neotype of *Repomucenus sagitta* (Callionymidae) with comments on the species. Japan. J. Ichthyol. 38(3): 255-262.
- Nelson, J. S., 1994. Fishes of the world. 3rd ed., John Wiley and Sons. New York. 600 pp.
- Wootton, R. J., 1990. Ecology of fishes. Chapman & Hall. 404pp.

서해안 해안사구 실태 및 보전 방안¹⁾

우 한 준²⁾

한국해양연구원 해양환경·기후연구본부

머리글

해안 사구는 해류, 하안류에 의하여 사빈으로 운반된 모래가 파랑에 의하여 밀려 올려지고, 그곳에서 탁월풍의 작용을 받아 모래가 낮은 구릉 모양으로 쌓여서 형성된 지형이다(두산세계대백과). 해안 사구의 형성과 크기는 모래 공급량, 입도 분포, 풍속 및 풍향, 식물의 특성, 주위의 지형, 기후 등의 요인에 의해 결정된다(Davies, 1972; Short and Hesp, 1982; Pye, 1982; Klijn, 1990). 이러한 해안 사구는 육지와 바다 사이의 퇴적물 양을 조절하여 해안을 보호하고, 해안 고유생물의 서식지와 해안 식수원 저장지로서 아름다운 경관지역으로 다양한 기능을 가지고 있다(Psuty, 1988; McLachlan, 1990). 해안 사구가 가지고 있는 기능들은 자연의 원상태로 환경을 유지하여 생태계에 평형을 유지시킨다.

우리나라는 전 연안에 해안 사구가 존재하나, 지금까지 공유수면매립법상 “바닷가” 빈지로서 관리의 사각지대에 놓여 있었으며, 골재채취, 위락시설, 농경지, 해안도로, 제방, 관광 시설물 등으로 심각하게 훼손되고 있는 실정이다. 해안 사구의 훼손은 육상과 해양의 퇴적물 교환을 저해하고, 전이지대의 고유 생태계를 파괴함으로써 해양과 육지 생태계에 많은 피해를 입힌다.

그 동안 정부, 전문가, 국민들의 사구에 대한 가치와 중요성에 대한 인식 부족으로 사구 훼손이 방조되었었다. 또한 사구 형성 메카니즘, 생태계 보전 방안, 훼손된 사구 복원 기술 연구 등은 매우 미약하였고, 우리나라 사구의 분포 및 훼손 현황 등에 대한 기초자료도 부족한 실정이다. 따라서 본 원고에서 서해안에 분포하는 해안사구의 현재 실태와 외국의 사구 복원 및 보전 상황을 살펴보고, 우리나라 사구 보전을 위한 대책을 제안하고자 한다.

외국의 사구 보전과 복원

미국 샌프란시스코에서 약 120 mile 남쪽의 몬트레이 반도에 위치하고 있는 Fort Ord는 면적이 886 acre이며 과거에 육군 사격장 지역으로 군부대 철수 후 캘리포니아 공원지역으로 이관되었다. 1998년 이후 사격장, 군대시설물 철거와 사구의 형태를 자연에 가깝게 변형시키고 산책로를 만들어 사람의 출입을 제한하였다. 이와 함께 주립공원 측은 외래식물 종인 Ice plant, Pampas grass와 European beach grass를 제거시킨 후 사구에 고유종의 씨앗을 뿌리고 또한 식재를 시작하였다. 그 결과 이 지역에 희귀종인 Black Legless Lizard, Sand gilia, Monterey spineflower, Coast wallflower와 같은 현지종이

1)Current status and conservation of coastal dunes in the west coast of Korea

2)WOO Han-Jun, Marine Environment and Climate Change Laboratory, KORDI, 425-600 Korea;

E-mail: hjwoo@kordi.re.kr

자랄 수 있게 되어 식물의 다양성이 높아지고 이와 함께 공존하는 동물의 다양성이 높아짐으로서 생태계가 복원되었다.

미국 샌프란시스코의 Asilomar State Beach는 1984년에 외래식물을 제거하고 사구의 복원을 시작하였다. 이 지역은 종묘장을 만들어 다양한 해안식물을 자라게 하여 사구에 식재를 하였다. 이러한 과정 동안 자연적으로 다양한 식물들이 사구에 넓게 퍼져 나갔다. 또한 Asilomar는 휴양지 시설물을 사구 후면에 설치하였고 사구내에는 산책로를 통하여 출입이 가능하게 하여 지형과 식물을 보호함으로써 생태계를 복원하였다. 이곳은 경관이 아름다워 휴양지로서 이용되고 있으며 사구 복원과 보전의 좋은 모델로서 제시되고 있다.

프랑스 니스 해변과 St. Aygulf 해변은 주변 지역의 간척 및 변형에 의하여 해안이 침식되어 사빈을 비롯한 도로, 주거지, 산책로 등에 심각한 피해를 주었다. 해안 사구 침식 방지를 위하여 니스 해변은 1976년, St. Aygulf 해변은 1988년 이후 모래 투입과 그로인 등의 인공구조물 설치로 사빈을 보전하고 해안 사구를 복원하였다. 호주의 빅토리아주 포트필립만에서는 훼손된 해안사구를 자원봉사자의 참여로 식물을 식재하여 식생대를 원형으로 회복시킴으로써 사구를 성공적으로 복원하였다.

서해안 해안사구의 실태

환경부 “우리나라 사구 실태파악과 보전·관리 방안에 대한 연구” 사업의 일환으로 2001년 2월에 서해안 해안사구의 실태를 파악하기 위하여 인천광역시 강화도부터 전남 목포까지 해안선을 따라 직접 현장을 방문하였다. 서해안의 섬지역에 많은 사구가 존재하나 이 조사에서는 제외하였다. 조사된 해안사구의 범위는 해안의 초지가 시작되는 곳에서 곰솔림 지역까지이며, 후면의 농경지와 도로는 개발에 의하여 사구의 영역으로 판단하기 어려운 지역은 조사에서 제

외하였다. 현장에서는 지형 및 지질, 주변지역 개발 사항, 위치, 식물 등을 조사하였다.

교량에 의하여 육지와 연결되지 않은 섬 지역을 제외한 서해안 60곳의 사구들은 Table 1에 나타내었다. 사구의 크기는 길이가 1000 m 미만은 소, 1000-2000 m는 중, 2000 m 이상은 대로 표시하였다. 현재의 상태는 사구에 개발된 곳이 있어도 자연상태를 유지하고 있는 부분이 있으면 양호, 개발에 의하여 훼손된 상태가 비교적 크지 않으면 보통, 개발에 의하여 대부분 원형이 훼손되었으면 파괴로 분류하였다.

서해안 해안사구는 현재 관광지나 해수욕장으로 개발되면서 대부분 훼손되었으며 일부 지역에 양호한 상태의 사구가 몇 곳 존재하고 있었다. 일부지역은 주변의 인공구조물 또는 모래 공급 부족 등의 영향으로 전사구와 해변이 침식되고 있었다.

앞의 기준에 따르면, 서해안에는 총 60곳의 사구가 존재하고 있었다(Table 2). 인천 강화도와 경기도 안산시에 4곳의 사구가 있으나 주변의 위락시설과 제방에 의하여 대부분 원형이 훼손된 상태였다. 충남은 42곳에 해안사구가 있었으며, 태안군에만 30곳이 있었다. 충남 사구의 20% 정도는 보전 상태가 양호하나, 도로 건설, 해수욕장 개발 등으로 그 원형이 대부분 훼손된 상태였다. 특히 2002년 안면도 꽃박람회를 대비한 해안도로와 일부 시설물 건설에 의하여 사구의 훼손이 현재에도 진행되고 있는 실정이다. 태안군 안면읍의 꽃지 사구는 제방과 해안도로 건설에 의하여 전사구는 거의 파괴되었으며, 특히 2002년 안면도 꽃박람회 운영본부 건설에 의하여 원형을 크게 훼손하였다. 대규모 해수욕장이 있는 만리포, 대천 등은 제방과 위락시설에 의하여 사구가 거의 파괴되었다.

신두리 사구는 태안반도 서북부의 충남 태안군 원북면 신두리에 위치하며, 해변을 따라 길이는 약 3.4 km, 폭은 약 500 m에서 1.3 km 정도의 규모였다. 신두리 사구는 겨울철에 우세한 북서풍에 영향을 받는 위치에 있으며, 주변해역

Table 1. The list of coastal dunes in the west coast of Korea

지명	위치	크기			상태		
		대	중	소	양호	보통	파괴
방아머리(1)	경기도 안산시 대부도 방아머리		○				○
방아머리(2)	경기도 안산시 대부도 방아머리			○			○
구봉	경기도 안산시 구봉도			○			○
동막	인천광역시 강화군 동막리			○			○
사목	충남 태안군 이원면 사목			○		○	
학암포	충남 태안군 원북면 방갈리		○			○	
구례포	충남 태안군 원북면 황촌리		○		○		
신두	충남 태안군 원북면 신두리	○			○		
십리포	충남 태안군 소원면 의항리			○		○	
천리포(1)	충남 태안군 소원면 모항리			○			○
천리포(2)	충남 태안군 소원면 모항리			○			○
만리포	충남 태안군 소원면 모항리		○				○
모항	충남 태안군 소원면 어은리		○				○
도장	충남 태안군 근흥면 도항리			○		○	
연포	충남 태안군 근흥면 도항리			○			○
황골	충남 태안군 근흥면 도항리			○		○	
해맞이	충남 태안군 남면 남산리		○			○	
몽산포구	충남 태안군 남면 몽산리			○			○
몽산포	충남 태안군 남면 몽산리	○				○	
청포대	충남 태안군 남면 원청리	○				○	
원청	충남 태안군 남면 원청리		○		○		
신은3리	충남 태안군 남면 신은리	○			○		
화양염전	충남 태안군 남면 신은리			○		○	
백사장	충남 태안군 안면읍 창기리		○			○	
삼봉	충남 태안군 안면읍 창기리	○			○		
안면	충남 태안군 안면읍 정당리		○			○	
승언	충남 태안군 안면읍 승언리		○			○	
꽃지	충남 태안군 안면읍 승언리	○					○
중장	충남 태안군 안면읍 중장리		○		○		
셋별	충남 태안군 안면읍 신아리			○		○	
항개	충남 태안군 안면읍 신아리			○		○	
열목	충남 태안군 고남면 장곡리		○				○
장삼포	충남 태안군 고남면 장곡리			○			○
바람아래	충남 태안군 고남면 장곡리			○		○	
갯바위	충남 보령시 남포면 신목동			○			○
월전	충남 보령시 웅천읍 월전리			○			○
독산	충남 보령시 웅천읍 독산리			○		○	
소당	충남 보령시 웅천읍 소당리	○			○		
춘장대	충남 서천군 서면 도둔리		○				○
신합	충남 서천군 서면 신합리	○					○
선도	충남 서천군 비인면 선도리		○				○
장포	충남 서천군 비인면 장포리			○		○	

Table 1. Continued

지 명	위 치	크 기			상 태		
		대	중	소	양 호	보 통	파 괴
다사	충남 서천군 비인면 다사리		○		○		
죽산	충남 서천군 마서면 죽산리		○			○	
옥남	충남 서천군 마서면 옥남리		○			○	
송림	충남 서천군 장항읍 송림리		○			○	
장신	전북 부안군 화서면 장신리	○				○	
변산	전북 부안군 변산면 지서리			○			○
고사포	전북 부안군 변산면 운산리		○			○	
상록	전북 부안군 변산면 도청리			○			○
모항	전북 부안군 변산면 도청리			○			○
동호	전북 고창군 해리면 동호리		○				○
광승	전북 고창군 해리면 광승리	○				○	
명사십리	전북 고창군 상하면 장호, 용정리	○				○	
구시포	전북 고창군 상하면 자룡리		○				○
송석	전남 무안군 해제면 송석리		○			○	
덕산	전남 무안군 해제면 덕산리			○		○	
홀통	전남 무안군 현경면 마산리			○			○
송현	전남 무안군 망운면 송현리	○				○	
조금나루	전남 무안군 망운면 송현리			○			○

* 한국 서해안 사구 목록.

Table 2. The distribution of coastal dunes in the west coast of Korea

지 명	갯 수
경기도	3
인천 광역시	1
충청남도	42
태안군	30
보령시	4
서천군	8
전라북도	9
전라남도	5(남해안은 제외)
총	60

*한국 서해안 사구 분포

이 대체로 모래로 구성되어 있어 간조시 넓은 해변이 노출되어 바람에 의하여 모래가 해변에서 육지로 이동되어 사구가 형성되기에 좋은 조건을 가진 지역이었다. 신두리 사구에는 전사구, 사구습지, 바르한형 사구 등 다양한 지형이

나타나며, 북부에는 전사구의 고도가 상대적으로 높으며, 취식와지 등 다양한 지형들이 잘 발달되어 있었다. 북부의 후면에는 농경지 개발 등에 의하여 훼손되었다. 중앙부는 전사구 후면에 사구저지가 넓게 발달되어 있고, 후면에 바람에 의하여 이동된 모래가 쌓여 식물이 피복되지 않은 사구가 나타났다. 중앙부의 일부구간은 전사구가 포락되어 가고 있다. 남부의 전면은 개발에 의하여 도로와 건물이 건설되었거나 건설 중이며 해안은 석축이 설치되어 전사구는 파괴되고 있다. 후면은 아카시나무와 곶솔림 지역으로 지형의 특성이 거의 나타나지 않는다. 식생은 초지에서부터 목본에 이르기까지 종 다양성이 매우 높으며 부분적으로는 안정된 생태계를 유지하고 있었다. 최근에 쇠똥구리와 멸종위기인 금개구리의 서식이 발견되는 등 자연성과 생태계가 우수한 것으로 판단된다. 신두리 사구는 생태계적 가치와 자연성이 우수한 것으로

로 평가되어 환경부, 해양수산부, 문화관광부(문화재청)에서 천연물 보호지역 또는 생태계 보전지역으로 지정을 계획하고 있으며, 이에 따라 태안군에서는 산림형질변경 등 신청건수 일부를 사구보전지역 확정시까지 허가를 보류하고 있다. 그러나 신두리 사구지역의 토지소유자와 주민들로부터 생태계보전지역 지정에 반대하는 민원이 제기되고 있어 합리적인 생태계보전지역 대상 범위를 결정하기 위하여 조사를 진행하고 있다. 또한 해안도로 건설에 따른 훼손도 우려되고 있는 곳이기도 하다.

전북에서는 9곳의 사구가 확인되었으며, 고창군 장호리와 용정리에 위치한 비교적 규모가 큰 사구가 존재하였다. 이 사구는 길이가 약 4 km, 폭은 약 300 m이며, 전사구는 해안도로 건설로 파괴되었으며, 후면은 농경지로 개발되었다. 고창군 해리면 동호리 해안사구는 해수욕장 시설에 의하여 거의 파괴되었으며, 사구 중앙부에 도로가 건설되어 있었다. 전반적으로 전북의 사구는 상태가 양호한 곳이 없으며, 해안도로와 위락시설에 의하여 대부분 원형이 훼손되었거나 훼손이 빠르게 진행되고 있다. 전남은 주로 남해안에 사구가 존재하며, 서해안에서 5곳의 사구를 확인하였다. 무안군 망운면 송현리에 약 2 km 길이의 사구가 존재하나, 그밖에는 중, 소규모의 사구이며, 해수욕장 시설, 주택, 농경지 등으로 원형은 없어졌다.

환경부 환경기술연구개발사업 “훼손된 해안 생태계 복원 기술” 사업의 일환으로 서해안 해안 사구의 일반적인 특성을 파악하기 위하여 자연적인 상태의 승봉도 해안 사구에서 1999년 6월부터 2001년 6월까지 6개의 측선에서 계절별 지형조사를 실시하였다. 승봉도는 인천광역시 옹진군에 위치한 섬으로서, 남부의 모래해안 지역에 식물이 자라는 해안 사구가 있다. 사구의 면적은 약 11,652 m²이며 길이는 약 300 m 정도이다. 전반적으로 사구에는 통보리 사초가 우점하는 식물이며 소단위 군락으로 순비기나무, 해당화 등이 자생하고 있었다.

승봉도 해안 사구와 해빈의 퇴적물 상호작용은 봄철인 4월부터 6월까지 해빈 중·하부에서 침식된 모래는 사구에 인접한 해빈과 사구 중·하부에 퇴적됨으로서 전반적으로 모래가 해빈에서 사구로 이동하고 있었다. 여름에서 가을까지(6월~11월)는 사구의 퇴적물은 육지에서 바다쪽으로 이동하며, 일부는 경사도가 낮은 사구쪽으로 이동되어 퇴적되는 지역도 나타났다. 해빈은 전반적으로 침식되고 있어 해빈의 침식된 모래는 바다쪽으로 유출되는 것으로 보여졌다. 겨울인 11월부터 2월까지 해빈과 사구는 모두 퇴적되는 것으로 나타나 외해로부터 퇴적물이 공급된 후 바람에 의하여 해빈에서 사구로 퇴적물이 이동되어 퇴적되는 것으로 보여졌다.

제 언

섬 지역을 제외한 서해안 해안사구는 전반적으로 주변의 개발로 인하여 원형을 유지하고 있는 곳은 적으며, 현재에도 위락시설이나 해안도로 건설에 의하여 훼손이 진행되고 있었다. 많은 전사구 지역은 제방, 해안도로가 건설되어 파괴되었고, 시설물이 없는 전사구는 포락이 일어나고 있는 경우가 많았다. 이러한 현상은 해안사구의 생태계적 가치와 그 중요성에 대한 인식 부족에 따른 영향이라고 할 수 있다. 따라서 더 이상 해안 사구의 훼손을 방지하기 위하여 체계적인 보전 및 복원 대책을 마련하는 것이 필요하다.

선진외국에서는 1940년대부터 사구의 훼손 방지와 복원에 노력을 기울여 현재 복원 기술을 완성해 나가고 있는 단계이다. 복원기법은 크게 펜스와 식물이식에 의한 복원이 주를 이루고 있다. 최근에는 외래종을 제거하고 고유종을 이식하여 생태계를 안정시키는 방법도 병행하고 있다. 펜스에 의한 복원에는 다양한 재질과 설치 방법을 지역에 맞게 설치하여 복원을 시도하고 있다.

서해안 해안사구 복원을 위하여 자연성이 뛰

어나고 복원의 가능성이 있는 사구를 선정하는 것이 필요하다. 이러한 사구들은 해안과 사구의 상호작용, 서식지 분류, 지형 및 경관, 주변의 인문 사회 환경 등을 정밀조사 하여야 한다. 이러한 기초자료를 통하여 훼손된 부분을 복원하는 기본 방향을 설정하는 것이 필요하다.

예를 들면 복원의 기본 방향으로 식재를 통한 자연 식생 회복, 인위적 간섭이 있는 사구 내 인공구조물 설치 제한, 성토지역의 외부 반입토 제거, 훼손된 지역에 샌드트랩을 통한 사구 형성 유도 등이 있다. 식생은 해변에서 사구로 이동된 모래의 퇴적과 고정 역할을 하여 사구를 발달시키는 중요한 역할을 한다. 따라서 대상지에 생육하고 있는 종을 훼손된 지역에 식재 하는 것이 복원의 방안이 될 수 있다. 성토지역은 육상식물의 침입과 지형 변형이 이루어지는 곳이므로 반입토를 제거하고 사구모래를 반입하여 사구열 지형으로 복원해야 한다. 훼손된 해안 사구 지역은 펜스 등을 설치하여 샌드트랩을 통하여 사구형성을 유도하고, 사구가 안정될 때까지 인간의 출입을 제한하거나 또는 정해진 통로만을 이용하여 출입하게 하여 자연적 식생 도입 및 천이를 촉진하고 지형을 보호하는 것이 좋다.

자연성이 뛰어나고 생태계적으로 우수하거나 복원가능성이 있는 해안사구는 보호지역으로 관리하고 보전하여야 한다. 그러나 이러한 지역들은 주민과 토지소유자 등 이해당사자와의 문제

가 발생할 가능성이 있으므로 해안사구 보호지역은 지역주민이 중심이 되어 관리하는 것이 이상적이라는 가정 하에 이해당사자들을 이해시키고 손실 보상에 따른 합리적인 대안 제시가 중요한 사항이다.

참고문헌

- Davies, J.A., 1972, Geographical variation in coastal development. Oliver and Boyd, Edinburgh. 204pp.
- Klijn, J.A., 1990. Dune forming factors in a geographical context. In: Bakker, Th.W., Jungerius, P.D. and Klijn, J.A. (Eds.), Dunes of the European Coasts; Geomorphology-Hydrology-Soils. Catena supplement, 18: 1-13.
- McLachlan, A., 1990. The exchange of materials between dune and beach systems. In: Nordstrom, K.F., Psuty, N.P. and Carter, R.W.G. (Eds.), Coastal Dunes: Form and Process; John Wiley & Sons Ltd, 201-215.
- Psuty, N.P., 1988. Sediment budget and dune/beach interaction. Jr. of Coast. Res. Special Issue, 3: 1-4.
- Pye, K., 1982. Negatively skewed aeolian sands from a humid tropical coastal dune field, Northern Australia. Sediment. Geol., 31: 249-266.
- Short, A.D. and Hesp P., 1982. Wave, beach and dune interaction in southeastern Australia. Marine Geology, 48: 259-284.

서해안 무인도서의 식생 보존 전략 -경기만을 중심으로-¹⁾

민 병 미²⁾

단국대학교 과학교육과

머리글

도서 지방의 식생은 육지와는 다른 특성을 가지고 있다. 즉, 도서는 육지와 고립되어 있어 식물의 모들이 이동하는데 한계가 명확하며 면적이 협소할 경우 토양수분이 부족한 상태로 유지된다. 또한 강한 해풍은 줄기나 가지의 생장 방향을 변화시키며 해염은 잎과 줄기에 염을 축적시키는 결과를 초래한다. 따라서 도서 지방에 적응을 하는 식물종은 한정되어 있으며 이러한 결과로 종다양성이 현저히 낮고 군락이 단순한 형태를 보인다. 이러한 군집은 외부의 교란에 쉽게 파괴되고 회복되기가 어렵다(오, 1978). 또한 생태학적인 측면에서 환경요인이 뚜렷하여 연구의 대상이 되고 있다. 그러나 근래 들어 도서의 식생이 교란되어 가고 있는 실정이다. 따라서 도서식생은 생태학적으로 중요하고 보존이 시급하기 때문에 각별히 관심을 가져야 할 시기로 생각된다.

한편, 우리 나라는 많은 유인 및 무인도서가 있다. 유인도서는 오랜 동안 거주민들의 생활로 대단히 교란된 상태이다. 특히, 육지와는 달리 한정된 범위 내에서 오랜 동안 연료로의 사용을 위해 수목을 채취하여 삼림을 대단히 황폐

화시켰다. 그러나 1960년대에 들어서면서 삼림의 보존 및 녹화 정책으로 상당수 회복된 상태이다. 그런데 삼림녹화는 자연상태로부터 시작 하였던 것이 아니고 가능한 한 빠른 시일 내에 척박한 지역에 녹화를 목적으로 하였기 때문에 수종을 이에 맞춰 리기다소나무, 아까시나무, 은 사시나무 등을 식재하게 되었다. 그 결과 과거와 유사한 식생구조를 찾을 수가 없으며 대부분 자연성이 낮은 상태로 변화였다.

그런데 유인도는 인간의 생활로 인하여 식생이 교란되었음을 인정할 수 있으나 유인도보다 훨씬 수가 많은 무인도는 인간간섭이 지속적으로 가해지지 않았다는 측면에서 높은 자연성을 유지해왔을 것으로 추정된다. 그리고 무인도는 대부분 도서의 면적이 좁고 해안의 사면이 급경사로 이루어져 있기 때문에 인간의 접근이 불가능하여 다소의 원식생을 찾을 수 있다는 측면에서 의미가 있다고 볼 수 있다.

본 고는 서해안 무인도서 식생을 보존하기 위한 전략의 일환으로서 경기만을 중심으로 무인도서 식생의 일반적 현황과 식생의 형성에 미치는 주요 인자 및 공통점을 찾아 도서식생의 보존을 위한 전략을 모색하는데 있다. 이를 위하여 우선 인간간섭이 비교적 적어 자연상태를

1)The conservation strategy for uninhabited islands' vegetations in Western sea of Korea, mainly on Gyeonggi Bay

2)MIN Byeong-Mee, Department of Science Education, Dankook University, 140-714 Korea;
E-mail: bmeemin@hanmail.net

유지하고 있는 것으로 예상되는 무인도서 식생의 현황에 대하여 답사 경험을 바탕으로 기술하고 이 결과로부터 비교적 자연성이 높은 식생을 우리 나라 중부 서해안 식생의 원형으로 정한다. 그리고 이러한 식생이 현재 형성되어 있거나 앞으로 복원 가능한 지역에 대해 보존 방안을 제시한다.

한편, 접근하기가 대단히 용이하면서도 현재까지 잘 알려지지 않은 시화호 간척지 내 옛도서의 식생을 살펴보고 이들의 중요성을 판정한다.

경기만 무인도서의 식생

식생의 현황

경기만(인천시 관할 구역)의 무인도서의 수에 대한 정확한 통계는 없으나 약 200여 개로 추산된다. 이것은 일부 무인도서가 행정구역상 지번이 표시되어 있지 않거나 간조시에만 노출되는 한, 두 개 이상의 도서가 구분되는 정도가 확실하지 않아 그 수를 정확히 정하기는 어렵기 때문이다. 이 무인도서 토지의 소유는 현재 국가, 지방단체, 국방부, 정부기관 및 개인으로 다양한데 사유지와 비사유지로 구분하면 대략 3:7 정도로 파악된다(환경부, 1998). 그러나 하나의 섬 내에서도 토지가 사유지와 비사유지로 구분되어 있는 곳도 있고 모든 무인도서의 면적이 통계자료로 제시된 것은 없다. 그리고 현재에도 지자체에서 무인도를 개인에게 불하하는 곳도 있기 때문에 정확한 면적을 산출할 수 없는 상태이다.

1998년과 2001년에 환경부에서 조사한 경기만의 무인도서의 수는 약 50여 개다. 이들은 여러 가지 정보를 바탕으로 판정할 때 생물상의 의미가 있을 것으로 예상한 곳이기도 하다. 이들에 대하여 본인이 환경부조사의 일환으로 답사를 수행하면서 얻은 식생의 개괄은 다음과 같다.

먼저 본 조사에서 인천시 중구 관할 무인도서는 3개이지만 실제로는 2개이다. 이 중 해녀도는 암석으로 사용하기 위해 골재를 채취하였

기 때문에 해안 사면은 절벽에 가까운 상태이다. 중앙부는 소나무(*Pinus densiflora*)와 곰솔(*Pinus thunbergii*)이 혼재한 침엽수림이며 주변부는 만주고로쇠(*Acer truncatum*), 찰피나무(*Tilia mandshurica*), 굴피나무(*Platycarpa strobilacea*), 물푸레나무(*Fraxinus rhynchophylla*) 등의 활엽수로 구성되어 있다. 특히 소나무와 곰솔은 흉고직경이 40 cm를 넘는 사실에 비추어 볼 때 비교적 보존된 곳으로 생각된다. 한편, 실미도는 전형적인 이차림으로 서부는 대부분 소나무군락이며 이외의 지역은 소나무림, 활엽수림, 리기다소나무(*Pinus rigida*)림 혹은 아까시나무(*Robinia pseudo-acacia*)림도 일부 분포하여 식생은 상당히 교란된 상태이다.

다음으로 강화군 관내에 있는 무인도는 약 20여 개이며 육상식물의 측면에서 크게 3가지 형태로 구분된다. 첫째는 우도, 수리봉 1, 분점도, 수시도, 동그랑섬, 돌섬 및 은염은 인간 간섭에 의하여 대부분 자연성을 상실한 상태이다. 이들 섬은 현재 사람이 거주하고 있거나 최소한 염소가 방목되고 있다. 둘째는 소송도, 괴리섬 및 기장섬으로 일부 인간간섭으로 파괴된 곳도 있으나 대부분은 자연상태로 남아 있어 어느 정도 보존의 가치가 있는 섬이다. 셋째는 석도, 신도, 상여바위 및 수리봉 2는 토양층이 얇고 건조하며, 조류의 분뇨로 말미암아 토양의 수분 포텐셜이 매우 낮은 지역이다. 인간간섭이 없는 측면에서는 자연성이 높지만 식생의 측면에서는 심한 교란(새, 바람 등)을 받는 곳이다. 조사된 육상관속식물의 총 종 수는 438종이었으며 이중 난온대성 종은 5종이고 귀화종(외래종) 수는 27종이다. 따라서 대부분은 무인도서의 성격이 거의 없을 정도로 인간간섭이 심함을 알 수 있다. 해안의 특징적이 종은 소나무(*Carpinus coreana*), 장구밥나무(*Grewia biloba* var. *parviflora*), 범부채(*Belamcanda chinensis*), 까실쑥부쟁이(*Aster ageratoides*) 등이다. 식생은 대부분 교란된 상태로 원형을 찾기 어려우나 대체적으로는 4가지 형태로 구분된다.

첫째, 해풍의 영향이 비교적 크고, 토양의 구분 상태가 다소 건조하며 자연성이 보존된 곳에는 왜성(수관층이 4m 이하의 아교목림이나 관목림)의 소사나무가 군락을 이루고 있다. 대표적인 군락은 우도에서 볼 수 있다.

둘째, 해풍의 영향이 적고, 토양의 수분이 양호하며 자연성이 보존된 곳에는 혼합활엽수림이 분포하고 있다. 주요 구성종은 갈참나무(*Quercus aliena*), 음나무(*Kalopanax pictus*), 만주горо쇠, 물푸레나무, 신갈나무(*Quercus mongolica*) 등이다. 교목층의 피도가 80% 이상으로 높고, 수관층도 8m 이상이며 종다양성이 높은 것이 특징이다. 수리봉 1의 동사면, 소송도의 북사면이 이에 속한다. 이 두 가지 식생은 보존할 가치가 있는 곳이다.

셋째, 심한 인간간섭으로 인하여 형성된 망토형 관목 혹은 초지이다. 일부는 단자엽성 초본 식물로 구성된 지역도 있지만 일부는 칩과 같은 만경식물이 관목이나 다른 초본을 덮고 있다. 우도의 중앙부, 수리봉 1의 서사면, 소송도의 중앙부에서 나타나고 있다.

넷째, 수분 부족이 심하고 토양층이 얇으며 조류의 분뇨가 많은 지역에서는 1년생 초본 식물만이 생육한다. 신도, 석도 및 수리봉 2가 해당되며 조류의 서식지로 의미를 찾을 수 있으나 식생의 측면에서는 극도로 교란된 지역이다.

마지막으로 웅진군 관내의 약 30여 개 무인도는 다른 지역과의 교통 및 섬의 크기에 따라 인간간섭의 정도가 달라지는 것이 매우 확실하다. 예를 들어, 섬의 면적이 상대적으로 넓고 교통이 용이한 지역인 선미도는 극도로 인간간섭이 가해졌고, 그와 반대인 소랑각홀도는 거의 완전한 자연상태를 유지하고 있다. 선미도 외에도 정도의 차이는 있지만 비교적 근래까지 인간간섭을 받은 섬이 많다. 조사된 대부분의 섬들은 원형이거나 혹은 남북으로 길게 형성되어 있다. 남북으로 길게 형성되어 있을 경우 토양의 수분 상태와 해풍의 강도가 다르기 때문에 서사면과 동사면이 서로 독특한 식물상 내지 식

생을 보여주고 있다. 총 식물종 수는 432종이었는데 이 결과는 강화군의 것과 매우 유사한 것이다. 이 중 난온대성 식물은 동백나무(*Camellia japonica*)와 마삭줄(*Trachelospermum asiaticum* var. *intermedium*)을 포함하여 16종이고, 귀화종은 까마중(*Solanum nigrum*)과 가시상치(*Lactuca scariola*)를 포함하여 23종이다. 따라서 강화군 관내의 무인도보다 난온대성 식물의 종 수는 많고 귀화종의 것은 다소 적은 것이 특징이다. 즉, 경기만에서도 도서가 남부로 이행함에 따라 난대성 식물의 비율이 뚜렷이 증가하고 있다. 특징적인 식물은 동백나무, 마삭줄, 나도밤나무(*Meliosma myriatna*), 팽나무(*Ligustrum japonicum*), 소사나무, 병아리꽃나무(*Rhodotypos scandens*), 도깨비고비(*Cyrtomium falcatum*), 금방망이(*Senecio nemorensis*) 등이다. 한편, 식생은 매우 복잡하다. 주요한 식생으로는 혼합활엽수림, 소사나무군락, 곰솔군락, 소나무군락 및 초지군락으로 구분할 수 있다. 그러나 혼합활엽수림 역시 교목성과 관목성으로 구분 가능하며 초지 역시 목장형 초지, 망토형 초지 및 자연 초지로 나뉘어진다. 교목형 혼합활엽수림은 주로 북사면이나 동사면에서 볼 수 있다. 지역에 따라 구성종은 다르나 대체적으로는 만주горо쇠(사송봉도), 졸참나무(선미도), 물푸레나무, 굴피나무, 신갈나무(부도) 등이다. 관목형 혼합활엽수림은 주로 서사면의 능선부에 나타나는데 주로 소사나무 군락의 배후군락을 이루고 있다. 어평도, 남서도, 각홀도, 부도, 팽대도, 바지섬, 명애섬 등에서 잘 나타난다. 소사나무군락은 대부분의 섬에 분포하는데 주로 서사면의 해안선에 가까운 곳에 분포한다. 육지에서 멀리 격리될수록 왜성을 보인다. 특히 소초지도 혹은 소랑각홀도의 경우는 2m 내의 수관층을 갖는다. 동사면에 소사나무 군락이 형성된 곳의 수관층은 4m 이상이다. 곰솔림은 사송봉도와 상공경도에서 일부 나타나고 있다. 전형적인 자연초지는 부도의 서사면이나 팽대도, 명애섬, 토끼섬 등에서 잘 나타나고 있다. 대부분

단자엽 식물로 구성되어 있기 때문에 강한 해풍에 견딜 수 있다. 대초지도 중앙부의 초지는 형성 원인이 다소 특이하다. 즉 사람이 거주하는 동안 제거된 목본식물이 현재까지 다시 재생되지 않은 상태로 유지된 초지이다. 앞으로 변화하는 과정을 조사하는 것은 생태학적으로 매우 의미 있는 연구로 생각된다. 한편, 선미도의 초지나 부도 중앙부의 것은 대초지와 비교할 때 목본식물을 제거한 것은 동일하나 현재 염소 등을 방목함으로써 식생이 계속 교란을 받고 있는 점은 다르다. 다행히 외래종의 목초를 사용하지는 않는다.

전술한 내용은 종합하면 경기만 무인도서 식생의 특징은 다음과 같이 3가지로 압축할 수 있다.

첫째, 조사된 50여 개의 조서 중 식생이 자연 상태를 그대로 유지하는 곳은 2~3 지역이었다. 또한 항 후 일정기간동안 보존한다면 원식생의 모습으로 복원될 수 있는 곳은 약 13개의 도서로 이는 전체 50개 중 약 1/4에 해당한다.

둘째, 전형적인 도서식생이 나타나는 곳은 도서별로 구분되는 것이 아니고 하나의 도서 내에서도 구역별로 구분되고 있으며 면적이 좁고 배의 접근이 곤란할수록, 육지와 멀리 격리되어 있을수록 자연성이 다소 높은 것으로 나타났다. 이것은 무인도서라도 현재까지 인간간섭이 가해져왔고 대단히 훼손되어 있음을 나타낸다.

셋째, 가축을 방목하는 도서가 많고 이들은 대부분 보존 가치가 낮았다. 그리고 동백나무, 소사나무, 소나무 등은 일부 뿌리 채 채취된 흔적이 많아 식물의 분포나 원식생의 도출이 다소 곤란하다.

경기만 무인도서 원식생의 추정

서해안 중 경기만 무인도서 약 50여 개의 식생조사 결과를 종합하면 다음과 같이 정리된다. 한편, 조사 대상 도서 식생의 형성에 크게 영향을 주는 물리적 요인은 토양 수분과 해풍의 강도로 압축되며 생물적 요인은 가축의 방

목과 인간의 채취이다.

첫째, 평탄하지만 토심이 낮아 토양수분이 부족한 것에서는 초지가 형성되며 이 때 해풍의 영향으로 식물종은 주로 단자엽성이다.

둘째, 경사가 있을 경우는 사면의 방향과 위치 및 경사도에 따라 달라진다. 이 때 중간정도의 경사를 가졌다고 가정할 때 서사면 및 남사면의 5부 능선이하는 소사나무군락이나 소나무군락이 주를 이루며 동사면과 북사면은 활엽수림을 형성한다.

셋째, 능선부에는 소나무 혹은 소사나무군락을, 계곡부에는 활엽수림을 각각 형성하게 된다. 그리고 정상부는 대체로 활엽수림을 형성하나 수고는 낮아 왜성의 형태를 보인다. 따라서 사면이 다양하고 계곡이 많은 도서에서는 복잡한 식생을 보여준다.

넷째, 활엽수림의 주요 구성종은 해안선 부근, 중간부 및 정상에 따라 달라진다. 해안선 부근의 주요 구성종은 장구밥나무, 보리밥나무, 사철나무, 만주고로쇠, 굴피나무, 다릅나무, 팔배나무, 분꽃나무, 음나무, 보리수나무, 소사나무, 팽나무, 소태나무 등의 목본식물과 갯장구채, 대나물, 원추리, 참나리, 도깨비고비, 계요 등 등의 초본식물로 구성된다. 위도가 낮은 지방에서는 초본식물로 큰천남성, 금방망이, 갯까치수영 등이 출현하기도 한다. 중간 부분은 구성종이 매우 다양한데 물푸레나무, 음나무, 참빗살나무, 팔배나무, 피나무, 굴피나무, 신갈나무, 갈참나무, 졸참나무, 소나무 등의 목본식물이다. 위도가 낮은 지역에서는 동백나무나 광나무가 출현하기도 하나 흔하지는 않다. 초본식물은 상층의 구성종이나 기타 다른 요인에 의해 결정되는데 주요 초본식물로는 참취, 원추리, 대사초, 넓은잎천남성, 노루귀, 둥굴레, 애기나리 등이다. 정상부에는 떡갈나무, 졸참나무, 팔배나무, 소나무 등이 생육하며 이들의 수고는 5m 이내로 낮은 상태이다.

따라서 경기만 도서의 표징적 식생은 소사나무군락과 활엽수림군집으로 구분할 수 있고 활

엽수림의 전형적인 구성종은 장구밥나무, 보리밥나무, 보리수나무, 팔배나무, 만주교로쇠, 음나무, 소태나무, 피나무, 물푸레나무 등으로 볼 수 있다.

시화호 간척지 내 18개 옛도서의 식물상 및 식생

각 옛도서의 제원

시화호 간척지 내 18개 도서는 모두 기수호인 시화호 남부에 위치하고 있으며 이 중에서 가장 면적이 넓은 섬은 형도이고 642,000 m²이며, 다음으로 420,000 m²의 음섬, 261,000 m²의 어도 순인데 이들은 모두 유인도이다. 한편, 가장 면적이 좁은 도서는 무명섬이며 면적이 50 m²에 불과하다. 그리고 끝섬이나 작은딱섬도 면적

상 대단히 좁은 도서이다(Table 1).

육지와 격리된 거리의 측면에서 보면 끝섬이 50 m으로 육지와 가장 가까운 거리에 위치하며 음섬이 4,000 m으로 가장 멀리 위치한다. 그리고 도서간의 거리에서 보면 하한염, 중한염, 한염, 상한염, 개미섬, 무명섬, 닭섬이 하나의 섬군을 형성하고 큰딱섬과 작은딱섬이, 터미섬, 쌀섬 및 끝섬이 비교적 근거리에 위치한다. 음섬, 형도, 목섬, 어도는 다른 섬과의 거리가 다소 있다. 인간간섭의 측면에서 보면 음섬, 형도 및 어도에 주민이 거주하고 있는데 이 섬의 면적은 250,000 m² 이상이며 110,000 m² 이하인 도서는 모두 무인도로 남아 있다. 이러한 사실로 볼 때 인간이 거주하기 위해서는 250,000 m² 이상의 면적이 필요한 것으로 생각된다. 유인도는 오랜 동안 식생이 인간간섭을 받아왔을 것으로 추정된다. 특히 형도는 골재를 채취하여 섬 전체가 피압의 상태에 있으며 현재에도 암석이 노출되어 있는 곳이 많다. 그리고 음섬과 가장 가까운 닭섬, 형도와 가까운 목섬도 영향을 받았을 것으로 추정된다. 또한 이외의 큰딱섬, 터미섬 및 쌀섬도 여러 가지 흔적에 의하면 군사상으로 이용해 왔기 때문에 인간간섭이 어느 정도는 가해져왔던 곳으로 판단된다.

Table 1. The areas (m²), their distances (m) from main land and use types of islands

도서명	면적 (m ²)	육지와의 거리(m)	특성 및 토지 이용 형태
하한염 I	2,400*	250	무인도
하한염 II	4,400	300	무인도
중한염	5,900	400	무인도
한염	43,700	900	무인도
상한염	3,900	600	무인도
개미섬 I	1,800	1,700	무인도
개미섬 II	2,000*	1,750	무인도
무명섬	50	2,000	무인도
닭섬	3,800	1,100	무인도
터미섬	110,000*	800	무인도
쌀섬	100,000*	700	무인도
목섬	26,200	500	무인도
음섬	420,000	4,000	유인도, 농경지
형도	642,000	2,000	유인도, 골재채취
어도	261,000	900	유인도, 농경지
끝섬	100*	50	무인도
큰딱섬	900	1,000	무인도, 농경지
작은딱섬	400	1,900	무인도

(*는 1/25,000 지형도로부터 추정한 수치임)

*18개 섬의 면적, 가장 가까운 육지로부터의 거리 및 이용 형태.

식물상

시화호 내 섬에서 출현한 총 식물은 87과에 336종, 44변종, 4품종으로 총 384종류이었다. 이것을 목본식물, 초본식물 및 귀화식물로 구분하면 각각 102종류, 240종류 및 42종류이었다. 그러나 화기가 달라 제외된 벼과나 사초과를 포함하면 이보다 더 많을 것으로 생각된다. 섬의 면적이 넓은 형도, 음섬, 어도는 각각 165종류, 206종류 및 209종류로 비교적 많은 식물종이 생육하고 있었으나 이외의 무인도는 대부분 120종류 이내의 식물만 발견되었다(Table 2). 오 (1976)에 의하면 도서지방에서는 일반적으로 섬의 면적과 그 지역에 생육하는 식물종 수는 비례한다. 본 도서들에서는 환경부 지정 멸종위기

Table 2. The number of plant species of 18 islands on Siwha reclaimed land

도서명	식물종 수			
	목본식물	초본식물	귀화식물	총 종류 수
하한염 I	26	39	5	70
하한염 II	21	34	9	64
중한염	26	52	6	84
한염	43	85	10	138
상한염	21	19	3	43
개미섬 I	21	41	7	69
개미섬 II	9	24	4	37
무명섬	3	25	4	32
닭섬	22	50	5	77
터미섬	51	47	5	103
쌀섬	30	30	1	61
목섬	30	44	9	83
음섬	64	128	14	206
형도	54	92	19	165
어도	52	124	33	209
끝섬	27	43	6	76
큰딱섬	39	75	10	124
작은딱섬	33	44	7	84

*시화호 간척지 내 18개 옛도서에 분포하는 식물종 수

종이나 보호야생식물은 발견하지 못하였다.

식생

시화호 내 식생을 간략하게 요약하면 Table 3과 같다. 활엽수림은 11개 섬에서, 침엽수림은 4개의 섬에서, 혼효림은 3개 섬에서 나타났으며 모두 2차림이나 망토군락이었다. 대부분의 섬에서 서사면을 중심으로 극히 일부에 전형적인 해안식생이 분포하고 있다. 각 섬에서 식생을 수관층의 구성종으로 구분하면 대체로 아까시나무군락, 참나무류(상수리나무, 졸참나무, 갈참나무)군락, 소나무군락, 소사나무군락 및 칙군락이다. 이들은 각 섬별로 뚜렷이 구분되기도 하지만 동일 섬 내에서 두 가지 이상의 군락이 혼재하기도 한다. 아까시나무군락이 넓은 면적을 차지하는 곳은 형도, 닭섬 및 작은딱섬이고 참나무류의 군락은 하한염 I, 음섬, 어섬 및 큰딱

섬이다. 그리고 소나무림이 대부분 차지하는 지역은 하한염 II, 한염, 터미섬과 쌀섬의 중앙부이고 전형적인 해안식생을 보이는 곳은 상한염, 개미섬 I, 개미섬 II, 터미섬과 쌀섬의 서사면이다. 대부분의 섬에서 과거 만조선 근처에는 칙이나 산국, 감국, 사철쭉, 대나무이 귀화식물인 비짜루국화, 가시상치와 혼생하고 있어 건조지나 교란지의 특색을 잘 나타내고 있다.

보존 가치가 있는 도서 및 이들의 중요성

경기만 무인도서로부터 추정되는 도서식생의 원형을 근거로 하여 이들과 유사한 식생을 보이는 시화호 간척지 내 옛도서는 쌀섬, 터미섬, 작은딱섬 및 음섬 서부이다. 이외에도 정밀조사가 진행되면 식생이나 식물상의 측면에서 보존의 가치가 있다고 판정할 수 있는 도서는 1~2개 더 증가할 것으로 생각된다.

시화호 간척지 내의 옛도서는 보존이 매우 시급한 실정이다. 그 이유는 첫째, 이 도서들이 내만으로 깊이 들어와 있음에도 불구하고 인간 간섭이 비교적 적어 외해에 존재하는 도서와 거의 동일한 식생이나 식물상을 갖고 있다는 것이다. 둘째, 이 지역의 도서들은 학술적 혹은 교육적으로 큰 장점을 가지고 있는데 그것을 접근이 용이할 뿐만 아니라 의지에 따라 보존의 방법도 간단하기 때문이다. 셋째, 전술한 바와 같이 한번 파괴된 도서식생은 생태학적 특성상 회복되기가 매우 어렵다는 것이다. 그런데 근래 들어 시화호의 간척지는 여러 가지 용도로 사용할 계획에 수립되고 있다. 이러한 개발계획은 문화적 후진성을 가장 잘 대변해 주는 예가 될 수도 있기 때문이다.

보존 대책

자연 자원을 보존하는 것은 계획에 따라 쉬울 수도 있고 엄청난 경비가 소요될 수도 있다. 근래 들어 생태공원의 조성은 좋은 예가 되고 있다. 자연의 보존은 인간간섭을 최소화하기만 하

Table 3. The vegetation of 18 islands on Siwha reclaimed land

옛도서명	식생형태	우점종	식생의 특성
하한염 I	활엽수림	상수리나무, 팔배나무	해안식생
하한염 II	침엽수림	소나무	2차림
중한염	침엽수림	소나무, 칩	2차림+망토군락
한염	혼효림	소나무, 졸참나무	2차림, 저지대는 갈참나무림
상한염	활엽수림	소사나무	해안식생
개미섬 I	활엽수림	소사나무	해안식생
개미섬 II	활엽수림	팔배나무	해안식생
무명섬	활엽수림	산사	관목림
닭섬	활엽수림	아까시나무	교란지
터미섬	침엽수림	소나무	해안식생, 2차림, 수령이 많음
쌀섬	침엽수림	소나무	해안식생, 2차림(아교목층이 없음)
목섬	혼효림	졸참나무, 소나무	아교목층의 2차림
음섬	활엽수림	상수리나무, 소나무	2차림, 인간생활, 해안식생
형도	활엽수림	아까시나무	교란지
어도	활엽수림	상수리나무, 아까시나무, 소나무	2차림+교란지
끝섬	활엽수림	졸참나무	2차림
큰딱섬	혼효림	갈참나무, 소나무	2차림+교란지
작은딱섬	활엽수림	아까시나무, 장구밥나무	교란지

*시화호 간척지 내 섬의 개략적인 식생 상태

면 되기 때문에 이러한 경우 경비가 거의 소요 되지 않지만 생태계가 완전히 교란된 후 다시 자연의 모습으로 복원하는 데는 경비를 대단히 많이 사용하여도 그 성공여부는 낙관할 수 없다. 도서는 육지와 격리되어 있기 때문에 다른 육상생태계보다 보존이 용이한 이점을 가지고 있다. 도서의 식생을 보존하기 위해서는 다음과 같은 대책이 필요하다. 여기서는 경기만의 무인 도서와 시화호 간척지 내 옛도서까지 포함시킨다.

첫째, 보존 도서의 지정은 가급적 빠른 시일 내에 정할 필요가 있다. 그 이유는 현재 자연 상태를 그대로 간직한 도서는 거의 없으며 복원이 가능한 곳도 1/4에 불과하기 때문이다. 이들 마저도 현재 훼손되어가고 있으며 사유지로 전환되는 곳도 있기 때문이다.

둘째, 이미 환경부에서 조사된 내용을 바탕으로 정밀조사를 실시하여 각 식생형별로 절대적으로 보존해야될 지역을 2~3곳만 정한다. 많은 도서를 함께 보존하는 것은 현실적으로 불가능

하기 때문이다.

셋째, 보존 가치가 있는 지역이 사유지일 경우 국가에서 매입하여 소유자의 경제적 피해가 없도록 해야 한다. 현재 비교적 도서식생이 우수한 곳의 약 절반이 사유지이기 때문에 사유지를 포함시키지 않을 수 없으며 실제 보존해야 할 곳은 소수에 불과하기 때문에 경제적인 측면에서도 가능할 것으로 판단된다. 또한 근래 들어 새로이 사유지를 보존 지역으로 설정할 경우 토지의 소유자로부터 거센 반발이 일어나고 있으며 이러한 분쟁 중 보존 지역의 식생 가치를 하락시키는 사례가 많은 실정이다.

넷째, 국가 혹은 지방단체가 소유한 무인도서는 앞으로의 가치상승을 위해 염소나 토끼 등의 가축을 방목하는 것을 절대 금지시켜야 한다. 가축은 초본식생을 완전히 황폐화시킬 뿐만 아니라 먹이의 부족시에는 목본식물까지 고사시키며 이들이 이동하는 통로는 사태를 유발하는 경우가 많다. 현재 남아있는 가축은 가능한

한 빠른 시일 내에 포획하여야 한다.

다섯째, 보존 지역으로 정한 지역에는 특별히 승낙을 받은 선박만 접안을 할 수 있도록 한다. 도서 지방에서 선박의 접안을 억제하는 것은 인간간섭을 막는 최선책이며 가장 간단한 방법이다.

여섯째, 시화호 간척지 내 옛도서는 현재 도로나 승용차로의 접근이 용이함으로 접근할 수 있는 곳에 도랑을 준설하여 차량의 통행을 막고 철책을 설치하여 사람의 출입을 억제하는 것이 바람직하다.

일곱째, 보존 지역으로 정한 도서는 교육적 혹은 학술적으로 활용하고 나아가 접안이나 입산하지 않는 범위 내에서 관람할 수 있는 자연생태관광지로 개발하여 관리단체의 경제적 이익을 줄 수 있도록 한다. 해당 도서에 대한 안내 책자를 설득력이 있도록 구성하는 것도 중

요하다.

여덟째, 도서와 연결하는 항·포구에서 불법으로 유입하는 식물을 철저히 감독하고 위반시 벌칙을 강화해야 한다. 현재에도 일부 수종을 분재로 사용하기 위하여 남획하는 경우가 많기 때문이다.

참고문헌

- 안산시, 2001. 시화호 간척지 생태계조사연구.
오계칠, 1978. 안흥 서방 십개도서의 기후와 식생. 한국자연보존협회 조사보고서. 12: 67-83.
환경부, 1998. 전국무인도서조사지침서.
환경부, 1999. 전국무인도서 자연환경조사. 인천시 용진군편.

시화호 생태계 회복 (문화일보 2001. 7. 10)

인간의 무분별한 개발로 '오염의 대명사'처럼 되어온 시화호가 살아나고 있다.

지난 94년 정부의 담수화 계획에 따라 시흥시 오이도~안산시 대부도를 잇는 길이 12.6 km의 방조제를 건설하고 5000만평에 달하는 간척사업을 벌인 이후 급격히 나빠졌던 시화호가 점차 호전되고 있다.

시화호의 수질이 되살아나기 시작한 것은 해수 유통을 허용한 97년부터. 최근 정부가 담수화 계획을 최종 포기하면서부터이다. 정부는 시화호의 수질이 악화되면서 여론의 비난이 거세지자 96년 7월 수질개선 종합대책을 수립, 98년부터 99년까지 하수처리장 용량을 증설했으며 인근지역의 하수관거가 제대로 연결돼 있는지를 점검하고, 인근 주요 하천에 대한 대대적인 개선작업을 벌였으며, 99년 3월부터는 담수화 계획을 포기, 하루에 두차례씩 바닷물을 유통시켰다. 시화호 갑문 부근과 간척지 유역을 중심으로 해초들이 번성하기 시작했고, 패류와 어류도 많아졌으며, 지난 겨울 시화호에서는 천연기념물 제203호인 재두루미를 비롯, 큰소쩍새·갯빛개구리매·흑기러기 등 천연기념물만 6종이 발견됐다. 겨울철새 종수도 작년 47종의 2배가 넘는 95종으로 늘어났다.

물론 시화호의 생태계 회복은 해수 유입에 따른 것으로, 아직까지는 간척지 인근 얕은 곳을 중심으로 이뤄지고 있으며, 일부는 여전히 중금속 오염도가 심각한 상태이다.

따라서 시화호를 살리기 위해서는 정부의 장기적이고 바람직한 정책을 마련하기 위한 노력이 뒷받침돼야 한다는 게 전문가들의 공통적인 지적이다.

황해의 지속성 유기오염물질과 중금속 오염¹⁾

오재룡 · 김정태²⁾

한국해양연구원

머리글

황해는 반폐쇄성의(semi-enclosed) 얕은 바다로서 남북한과 급격한 공업화를 보이고 있는 중국에 의해 둘러싸여 있다. 발해와 황해의 총면적은 460,000 km²이고 총 용량은 18,000 km³이다. 또한 길이는 1,000 km이고 폭은 700 km 정도이며 평균 수심은 44 m, 최대 수심은 100 m이다(Valencia, 1988). 이러한 특성으로 인하여 해수 순환이 활발하지 않고 최근 산업화에 박차를 가하고 있는 중국과 한국에 둘러쌓여 유입된 오염물질의 이동·변화는 물론, 자연생태계에 미치는 영향 등에 대하여 많은 관심이 모아지고 있다. 중국은 연간 751톤의 중금속과 21,000톤의 원유찌꺼기를 방류한다고 알려져 있으며 화학적 산소요구량(COD)은 발해만으로 연간 594,855톤, 황해로 연간 1,305,441톤이 유입된다고 한다. 중국의 황해와 발해만에 면한 연안의 인구는 8,000천만명에 이르며 연간 생활하수 배출량은 292,340,000톤에 달하는 것으로 알려져 있다(양 등, 1997).

본 고에서는 금년 5월 스웨덴의 스톡홀름에서 채택된 지속성 유기오염물질 스톡홀름 콘벤션(Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants)에 의해 사용이 금지·규제되고 배출을 줄여야하는 지속성 유기오염물질, 지속성

유기오염물질의 일종으로 발암성 등으로 인하여 향후 규제가 예상되는 다환방향족 탄화수소(polycyclic aromatic hydrocarbons, PAHs), 중

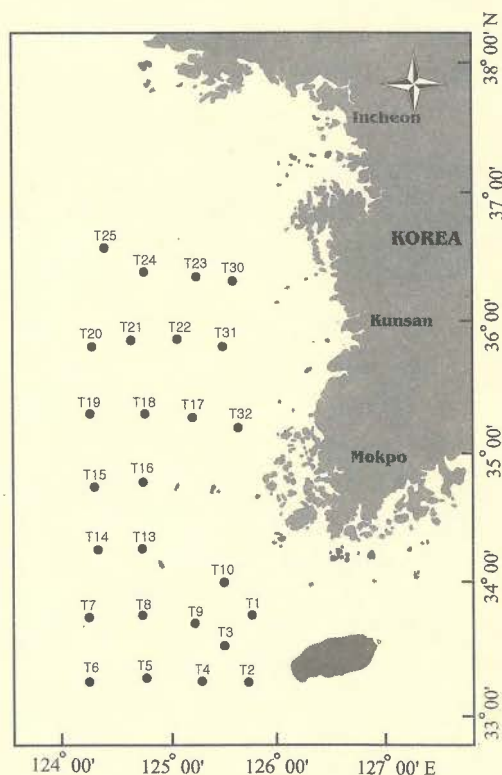


Fig. 1. Sampling stations in the Yellow Sea.

*황해의 시료 채취 정점

1)Persistent organic pollutants and trace metals in the Yellow sea

2)OH Jae-Ryoung & KIM Kyung-Tae, Korea Ocean Research & Development Institute, 425-600 Korea;

E-mail: jroh@sari.kordi.re.kr

금속에 대하여 2000년에 해양연구원과 여수대, 충남대 등에 의해 수행된 황해 광역 생태계 연구(허형택 등, 2001)의 오염분야의 연구 결과를 요약하였는데, 오염물질 자료는 여수대의 연구선인 동백호를 이용하여 2000년 4월에 채취한 시료의 분석 결과이다(Fig. 1). 본 연구는 황해 환경과 대표적인 어종을 대상으로 지속성 유기오염물질과(Table 1) 중금속(Cd, Cr, Cu, Pb, Zn, Hg)의 오염 정도와 분포를 확인하고 GEF의 지원으로 향후 5년간 중국과 공동으로 수행할 예정인 황해 광역 생태계 연구(Yellow Sea Large Marine Ecosystem)의 성공적인 수행을 위하여 바탕값(baseline)을 설정할 목적으로 수행이 되었다.

지속성 유기오염물질 오염

현재 황해로는 자연계에는 존재하지 않는 많은 종류의 유기화합물들이 유입되고 있다. 이 중에서 환경내에서 광화학적, 생물학적 및 화학적 분해가 되지 않고 환경내에 오랫동안 잔류하면서 축적되는 화합물들을 지속성 유기 오염물질(persistent organic pollutants, POPs)이라고 부른다. 지속성 유기 오염물질은 중금속류와 함께 먹이사슬을 통하여 생체내에 높은 농도까지 농축될 수 있으므로 해양생태계는 물론 인간의 보건상 매우 중요하다.

이들 지속성 유기 오염물질들은 1) 독성과 2) 잔류성이 크며, 3) 생물축적이 될 뿐만 아니라,

Table 1. Target Persistent Organic Pollutants

PAHs	Organochlorine Pesticides	PCBs
Naphthalene	1,2,4,5-tetrachlorobenzene	PCB 8
2-Methylnaphthalene	1,2,3,4-tetrachlorobenzene	PCB 18
1-Methylnaphthalene	pentachlorobenzene	PCB 28
Biphenyl	hexachlorobenzene (HCB)	PCB 29
2,6-Dimethylnaphthalene	α -HCH	PCB 44
Acenaphthylene	β -HCH	PCB 52
Acenaphthene	γ -HCH (lindane)	PCB 66
2,3,5-Trimethylnaphthalene	δ -HCH	PCB 87
Fluorene	aldrin	PCB 101
Phenanthrene	endrin	PCB 105
Anthracene	dieldrin	PCB 110
1-Methylphenanthrene	endosulfan II	PCB 118
Fluoranthene	heptachlor	PCB 128
Pyrene	heptachlor epoxide	PCB 138
Benz[a]anthracene	γ -chlordane	PCB 153
Chrysene	mirex	PCB 170
Benzo[b+k]fluoranthene	cis-Nonachlor	PCB 180
Benzo[e]pyrene	trans-Nonachlor	PCB 187
Benzo[a]pyrene	α -chlordane	PCB 195
Perylene	oxychlordane	PCB 206
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	pentachloroanisole	PCB 209
Dibenz[a,h]anthracene	o,p'-DDE	
Benzo[ghi]perylene	p,p'-DDE	
	o,p'-DDD	
	p,p'-DDD	
	o,p'-DDT	
	p,p'-DDT	

*분석대상 지속성 유기오염 물질

4) 대기나 해류에 의해 장거리까지 운반될 수 있으며, 5) 환경과 인간의 건강에 악영향을 끼칠 수 있다. 또 이들 화합물들은 물에 잘 녹지 않고 지방에 잘 녹는 특성을 갖고 있어 먹이사슬을 통해 수천-수백만배 농축될 수 있을 뿐만 아니라 독성 및 발암작용을 갖고 있다. 대부분의 지속성 유기 오염 물질들은 인위적으로 생성된 화합물로서 산업 생산공정, 제품의 사용, 쓰레기 폐기, 누출 및 유출, 연료 및 쓰레기의 연소에 의해 환경에 유입된다. 이 화합물들은 휘발성이 있어 대기를 통하여 넓은 지역으로 확산 이동되며 일단 환경에 유입되면 회수가 거의 불가능하다. 그리고 환경 내에서 반감기가 매우 길어 오랜 기간에 걸쳐 계속 방출된 이 화합물들은 전지구적으로 전파되고 계속적으로 축적된다.

지속성 유기 오염물질은 대기를 통한 강하와 하천을 비롯한 각종 육수를 통해 해양환경에 유입된다. 이들의 지역적 혹은 전지구적인 이동은 주로 대기 순환에 의해 일어나는 것으로 알려져 있으나 퇴적물이나 해양의 순환에 의해서도 운반될 수 있다. 또한 이들 오염 물질들은 증

발, 강하, 재증발의 과정을 거쳐 이동되어 인간 활동이 적은 남극이나 북극 등에서도 검출되고 있다.

PAHs는 화석연료(석유, 석탄 등)의 불완전연소, 산림과 초원의 화재, 산업배출수, 도시하수, 하천, 유조선 등 선박과 해양시설로부터의 유출, 해양투기, 대기로부터의 건상과 습상 강하 등 오염원이 매우 다양하다. 여러 경로를 통해 해양으로 유입된 PAHs는 물에 잘 녹지 않으므로 해수중의 입자성 부유물, 플랑크톤 등에 흡착이 된다. 입장성 부유물은 해수중에서 하강하여 퇴적되기도 하고 플랑크톤과 같이 이들을 먹이로 하는 패류 등의 유과식자, 어류 등에 의해 섭취되어 생체 내에 들어온다. 특히 이매패류는 PAHs를 체내에 축적하는 특성이 있다. PAHs는 어패류를 섭취하는 어류, 조류, 인간 등의 포유류의 체내로 들어오게 된다. 대부분의 PAHs는 해양생물에 악영향을 미치고 인간에게는 발암성이 있는 것으로 알려져 있다.

위에서 설명한 지속성 유기오염물질과 PAHs는 거의 대부분이 내분비계 장애물질로서 Table 2와 같이 생물에게 악영향을 끼칠 수 있다.

Table 2. Effects of Endocrine Disruptors on Organisms

생물영향	고등류	패류	어류	조류	파충류	포유류
갑상선 이상 abnormal thyroid function			○	○		
수정율 저하 decreased fertility		○	○	○		○
부화 성공율 감소 decreased hatching success			○	○	○	
여성화 demasculinization and feminization			○	○	○	○
남성화 defeminization and masculinization	○		○	○		
새끼 생존율 감소 decreased offspring survival				○		○
면역체계와 행동기능 변화 alteration of immune and behavioral function				○		○

*생물에 미치는 내분비계 장애물질의 영향

황해의 지속성 유기오염물질과 중금속 오염

유기염소계 화합물

A. 퇴적물

대부분의 황해 퇴적물에서 낮은 농도의 PCBs와 유기염소계 농약이 검출되었다. PCBs의 농도는 매우 낮아서 대부분의 시료에서 PCB 콘지너(congener)의 농도가 검출 한계 이하였는데 총 PCBs 농도범위는 0.17 ng/g 건중량(T16)에서 1.37 ng/g 건중량(T20)이었다(Fig. 2). 가장 많이 검출된 PCB 콘지너는 PCB 18, PCB 66, PCB 110이었는데 이 콘지너들이 검출된 총 PCBs 농도의 17~33%를 차지하였다.

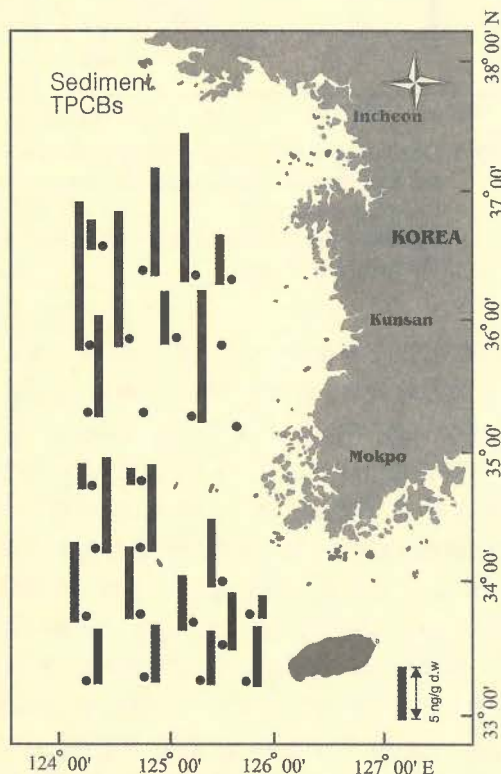


Fig. 2. Distribution of total PCBs in the surface sediments.

*표층 퇴적물의 총 PCBs 분포

유기염소계 농약도 농도가 매우 낮아서 총 유기염소계 농약의 농도범위는 0.63 ng/g 건중량(T1)에서 14.94 ng/g 건중량(T17)이었다(Fig. 3). 23개의 퇴적물 시료중에서 γ -HCH (린단)와 δ -HCH가 각각 17개, 12개 정점에서 검출이 되었다. 그러나 1,2,4,5-테트라클로로벤젠, α -클로로단, 헵타클로, 헵타클로 에폭사이드, 알드린, 디엘드린, 엔도설판 II, 시스-노나클로, 미렉스, p, p'-DDT는 전혀 검출이 되지 않았고 p, p'-DDD, 린단, δ -HCH가 다른 농약에 비해 전반적으로 높은 농도를 보였다.

B. 어류

대부분의 황해 어류의 PCBs의 농도가 매우 낮았는데 총 PCBs의 농도범위는 어류 조직이

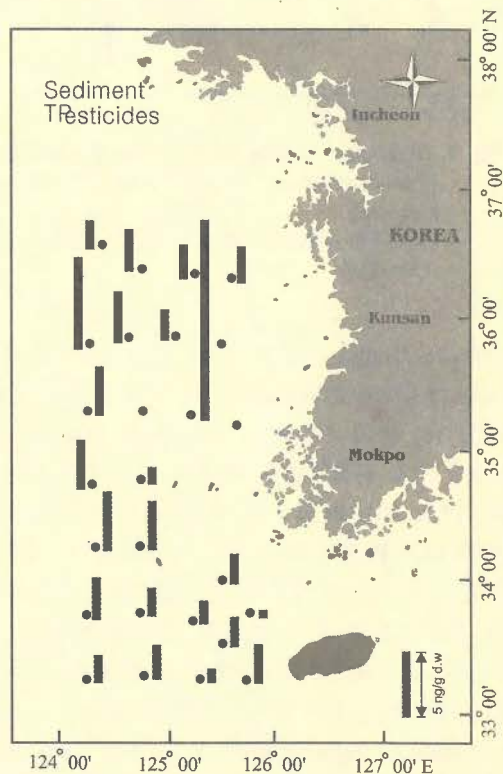


Fig. 3. Distribution of total organochlorine pesticides in the surface sediments.

*표층 퇴적물의 총 유기염소계 농약의 분포

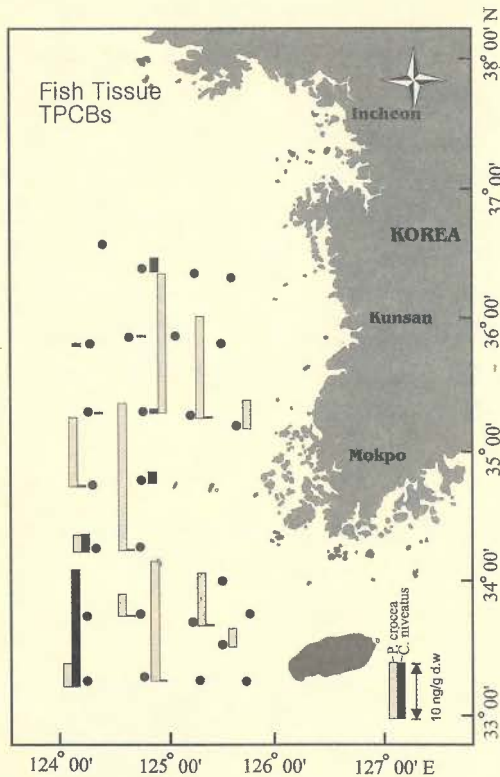


Fig. 4. Distribution of total PCBs in the fish tissues (*Pseudosciaena crocea* and *Collothyx niveatus*).

*황해에서 채집한 부세와 눈강달이 근육의 총 PCBs 분포

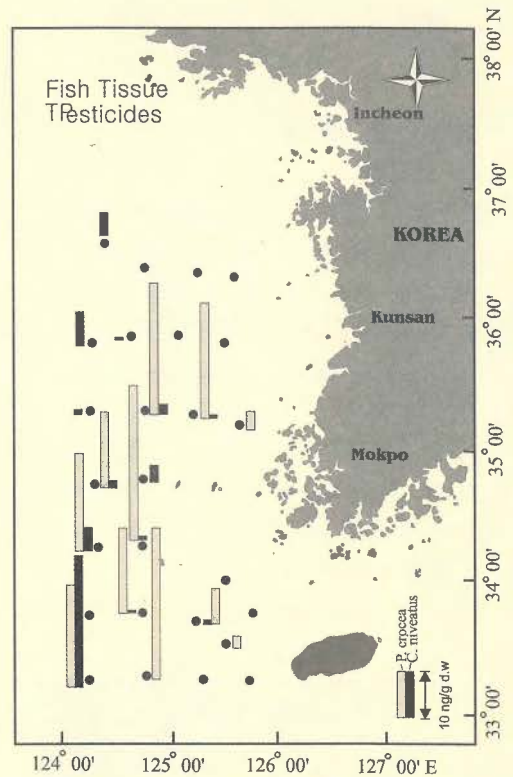


Fig. 5. Distribution of total organochlorine pesticides in the fish tissues (*Pseudosciaena crocea* and *Collothyx niveatus*).

*황해에서 채집한 부세와 눈강달이 근육의 총 유기염소계 농약 분포

0.05~26.75 ng/g 건중량, 어류 간은 1.48~25.07 ng/g 건중량이었다(Fig. 4, 5). 어류조직에서는 PCB 18, PCB 29, PCB 110, PCB 118, PCB 170가 주로 검출되었고, 어류의 간에서는 PCB 44, PCB 101, PCB 110, PCB 118, PCB 138, PCB 153, PCB 180이 주로 검출되었다. 특히 어류 간에서는 분자량이 큰 PCB 콘지너가 많이 검출되었다. 어류 조직의 경우에 눈강달이 (*Collichthys niveatus*)가 평균 총 PCBs의 농도가 11.99 ng/g 건중량으로 부세(*Pseudosciaena crocea*)(2.22 ng/g 건중량) 보다 높은 값을 보였다. 간의 경우에도 눈강달이가 부세보다 총 PCBs의 농도가 높았으나 그 차이는 매우 작았다.

유기염소계 농약의 농도도 매우 낮아서 대부

분의 농약이 검출한계 이하였다. 총 유기염소계 농약의 농도 범위는 어류 조직이 불검출 ~35.47 ng/g 건중량, 어류 간은 0.20~48.25 ng/g 건중량이었다(Fig. 6, 7). 어류 조직과 간에서 공히 총 DDTs와 총 헥사클로로사이클로헥산(HCHs)이 주로 검출되었는데 조직에서 각각 7.70 ng/g 건중량, 2.16 ng/g 건중량, 간에서 각각 7.48 ng/g 건중량, 1.50 ng/g 건중량이었다. 총 PCBs와 마찬가지로 어류 조직의 총 유기염소계 농약의 평균 농도도 눈강달이가 (20.40 ng/g 건중량) 부세에 (4.38 ng/g 건중량) 비해 높은 값을 보였다. 어류 간에서도 눈강달이가 부세에 비해 총 유기염소계 농약의 농도가 약간 높았다.

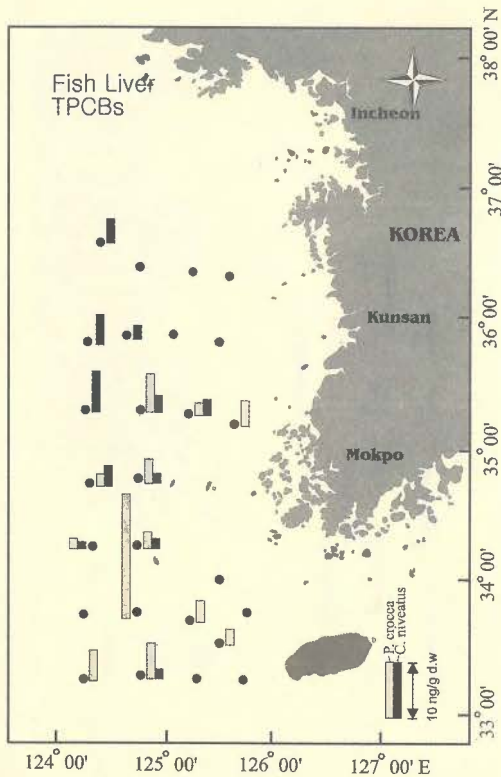


Fig. 6. Distribution of total PCBs in the fish in the fish livers (*Pseudosciaena crocea* and *Collothys niveatus*).
*황해에서 채집한 부세와 눈강달이 간의 총 PCBs 분포

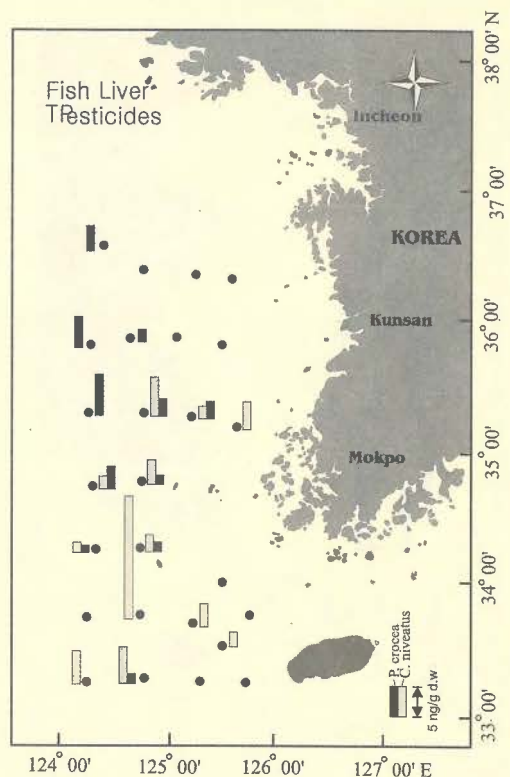


Fig. 7. Distribution of total organochlorine pesticides in the fish livers (*Pseudosciaena crocea* and *Collothys niveatus*).
*황해에서 채집한 부세와 눈강달이 간의 총 유기염소계 농약 분포

다환방향족탄화수소 (Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs)

A. 퇴적물

표층 퇴적물의 PAHs 농도 범위는 6.01~11.7 ng/g 건중량이었는 데 황해 폐기물 투기 해역에 인접한 T20이 가장 높은 농도를 보였다(Fig. 8).

모든 시료에서 분석 대상 PAHs가 검출되었는 데 가장 독성이 큰 벤조[a]피렌은 농도 범위가 0.16.0 ng/g 건중량으로 매우 낮은 값을 보였다. 총 PAHs 농도중에서 연소기원의 고분자량 PAHs(HPAHs)의 농도가 저분자량 PAHs(LPAHs)에 비해 2배 가량 높은 농도를 보였다. 전반적으로 황해 폐기물 투기 해역에 인접한 T18, T19, T20, T21, T24가 여타 조사 정점에

비해 높은 값을 보였다.

B. 어류

어류 조직의 PAHs 농도 범위는 45.5~330.8 ng/g 건중량이었는 데 폐기물 투기 해역에 인접한 T17이 가장 높은 값을 보였다(Fig. 9).

가장 독성이 큰 벤조[a]피렌은 농도 범위가 불검출~1.4 ng/g 건중량으로 매우 낮은 값을 보였고 퇴적물과 마찬가지로 HPAHs의 농도가 총 PAHs 농도의 대부분을 차지하였다. 거의 대부분의 분석 대상 PAHs가 모든 시료에서 검출이 되었는 데 T6, T13, T17이 여타 정점에 비해 약간 높은 값을 보였다.

어류 간의 총 PAHs 농도 범위는 82.5~844.6

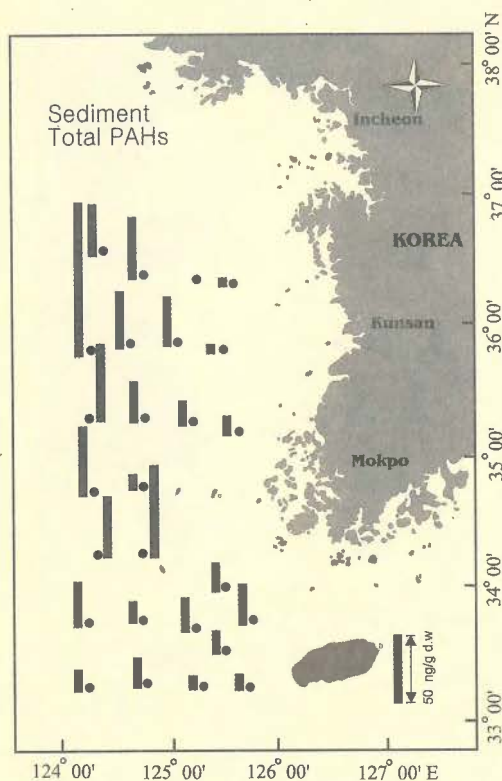


Fig. 8. Distribution of total PAHs in the surface sediments.

*표층퇴적물의 총 PAHs 분포

ng/g 건중량이었는데 폐기물 투기 해역에 인접한 T19가 가장 높은 값을 보였다(Fig. 10). 어류 조직과 마찬가지로 HPAHs의 농도가 총 PAHs 농도의 대부분을 차지하였다. 거의 대부분의 분석 대상 PAHs가 모든 시료에서 검출이 되었었는데 T18, T19, T20, T32가 여타 정점에 비해 높은 값을 보였다.

중금속

A. 퇴적물

황해 퇴적물의 중금속 함량은 정점 T1과 T20에서 가장 높고, 금강의 영향을 받는 정점 T32에서도 높았다. 전반적으로 금속함량은 황해 중앙 또는 남서 해역에서 높고, 북동 해역에서 낮은 분포를 나타내었으며, 이러한 경향은 Kim

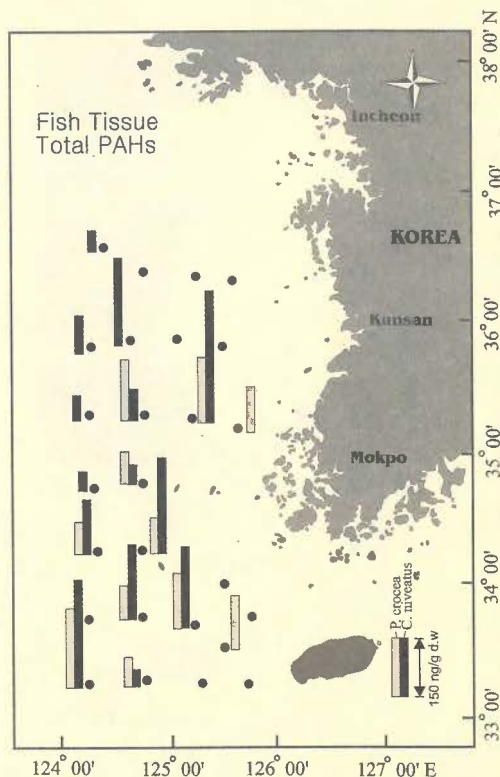


Fig. 9. Distribution of total PAHs in the fish tissues (*Pseudosciaena crocea* and *Collothys niveatus*).

*황해에서 채집한 부세와 눈강달이 근육의 총 PAHs 분포

et al.(2000)에 의해서도 보고되었다(Fig. 11). 해양퇴적물의 중금속 함량은 기반암의 성질, 속성 작용, 기후, 입도 등에 의해서 영향을 받는 것으로 알려져 있으며(Zhao et al, 1995), 일반적으로 해양 퇴적물의 중금속 함량은 입도가 세립할수록 증가하는 경향을 나타낸다. 본 연구의 시료에서도 다소 낮지만 입도와 상관성을 확인할 수 있었으며, 각 금속간의 상관성은 높게 나타났지만, Pb에 대해서는 전반적으로 낮게 나타났다. 황해 표층퇴적물의 Pb 함량은 여러 가지 요인에 의해서 영향을 받는데 높은 용출된(leached) Pb 함량은 인위적인 오염물질의 축적에 의한 영향인 듯 경기만과 양자강 하구에서 높게 나타났으며, 모래 퇴적지역인 황해 북동부

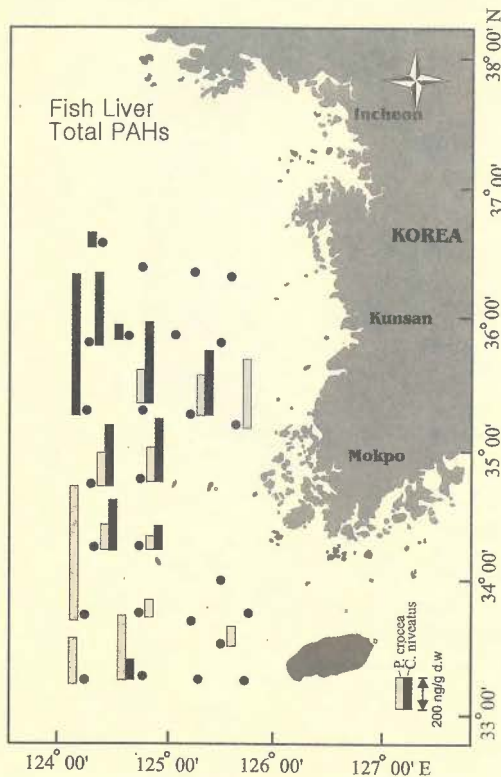


Fig. 10. Distribution of total PAHs in the fish livers (*Pseudosciaena crocea* and *Collothys niveatus*).

*황해에서 채집한 부세와 눈강달이 간의 총 PAHs 분포

에서 높은 residual Pb 함량을 보였는데 이것은 한반도 하천 배수지역에 넓게 분포하는 화강암에 기원하는 모래 퇴적물, 즉 K-feldspar 광물에 의한 것이다(Kim *et al.*, 2000).

황해 표층 퇴적물중에서 T20의 Cr 함량은 NOAA(1990)의 ER-L(Effects Range-Low)을 약간 초과하였으며, 과거의 황해 퇴적물 자료와 비교하면 거의 비슷한 수준이다.

B. 어류

어류 중의 중금속 함량을 보면 Cr은 0.81~2.99 $\mu\text{g/g}$ 건중량(평균 1.35 $\mu\text{g/g}$ 건중량), Cu는 0.54~1.82 $\mu\text{g/g}$ 건중량(평균 1.09 $\mu\text{g/g}$ 건중량), Zn은 9.2~31.9 $\mu\text{g/g}$ 건중량(평균 18.1 $\mu\text{g/g}$ 건중

량), Cd은 0.002~0.030 $\mu\text{g/g}$ 건중량(평균 0.008 $\mu\text{g/g}$ 건중량), Pb는 0.007~0.494 $\mu\text{g/g}$ 건중량(평균 0.056 $\mu\text{g/g}$ 건중량), 그리고 Hg은 0.035~0.319 $\mu\text{g/g}$ 건중량(평균 0.116 $\mu\text{g/g}$ 건중량)의 범위였다(Fig. 12). 한편 Zn, Cr, Cu는 1 $\mu\text{g/g}$ 건중량 이상이었으며, Cd, Pb 및 Hg의 함량은 그 이하로 비교적 낮았으나 몇몇 정점의 시료에서 높은 함량을 나타내기도 하였다. 다른 정점의 동일 종과 비교하여 특이하게 높은 것은 동일종 개체간의 중금속 축적량 차이, 오염된 서식 환경에 노출, 시료 처리과정에 나타날 수 있는 오염 등에 기인할 수 있으나 명확하게 원인을 단정하기 어렵다. 어류종의 각 원소의 평균 함량은 $\text{Zn} > \text{Cr} > \text{Cu} > \text{Hg} > \text{Pb} > \text{Cd}$ 순이었다.

개개의 중금속을 살펴보면 Cr의 경우 정점간의 차이는 부세가 최대 3배, 눈강달이는 약 2배였으며, Pb와 Hg는 이보다 훨씬 크게 나타났다. 본 연구 해역에 대한 어류의 신뢰성 있는 중금속 자료가 빈약한 실정이라서 다양한 비교를 하기는 어렵다. 본 연구의 어류종의 중금속 함량은 필리핀 마닐라만(Prudente *et al.*, 1997)과 시화호(한국해양연구소, 1998) 보다는 낮았으며, 비록 제한된 종과 크기이지만 유럽과 한국의 안전 기준보다 매우 낮았다.

본 조사의 각 정점에서 채취된 동종 어류의 크기가 비교적 작고 그 편차가 크지 않으며, 앞으로 다양한 종과 크기, 그리고 먹이 생물 등에 대한 다양하고 자세한 연구가 이루어져야 어류의 성장 과정 또는 환경에 따른 중금속 축적의 영향을 파악할 수 있을 것으로 보인다.

맺는글

퇴적물에서는 PCBs중에서 PCB 18, PCB 66, PCB 110이 주로 검출되었고 유기염소계 농약은 p,p-DDD, 린단, -HCH이 주로 검출되었다. 어류 조직의 경우에 총 PCBs는 눈강달이(11.99 ng/g)가 부세에 (2.22 ng/g) 비해 매우 높은 농

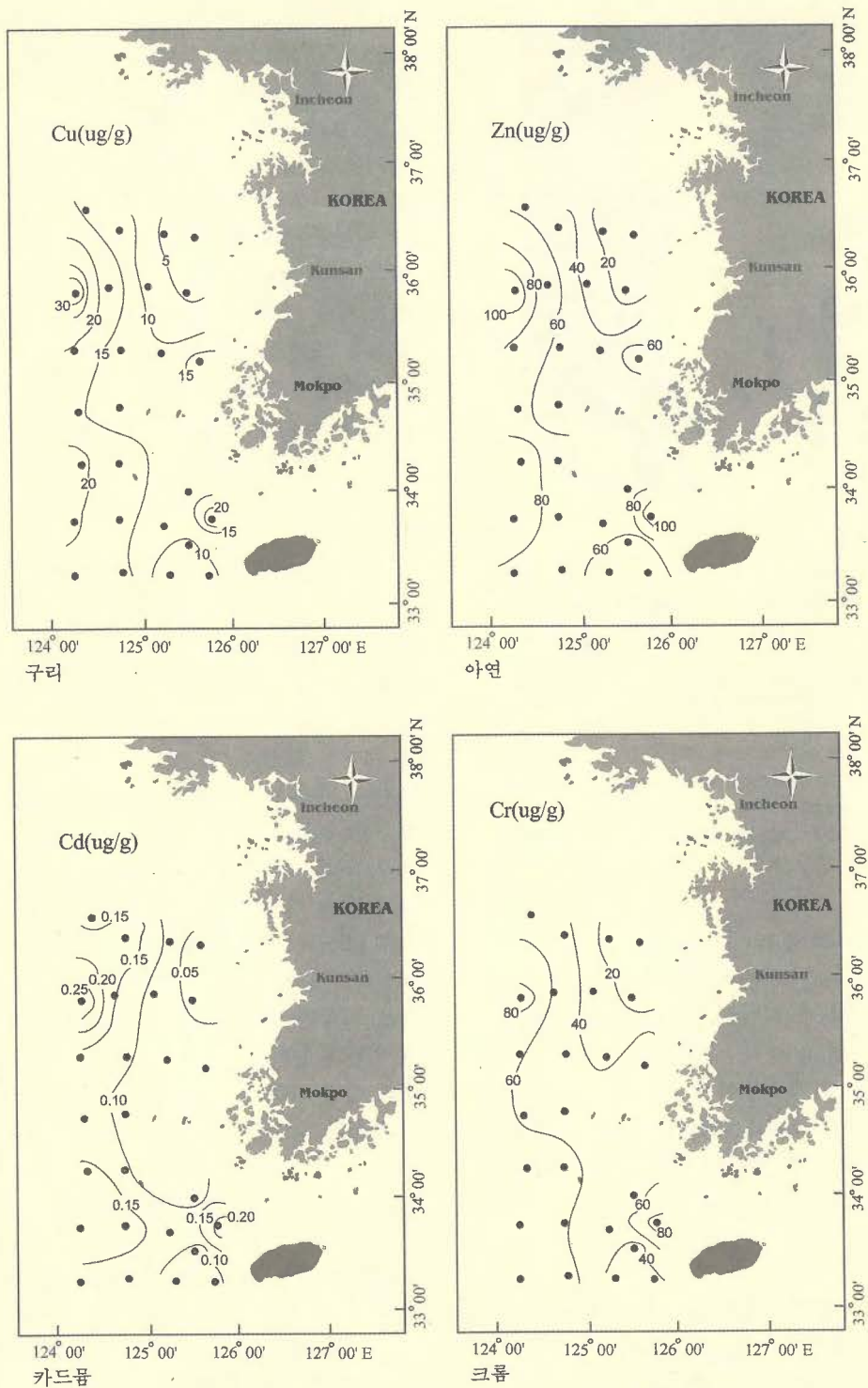


Fig. 11. Distribution of trace metals in the surface sediments of the Yellow Sea.

*황해 표층 퇴적물의 중금속 분포

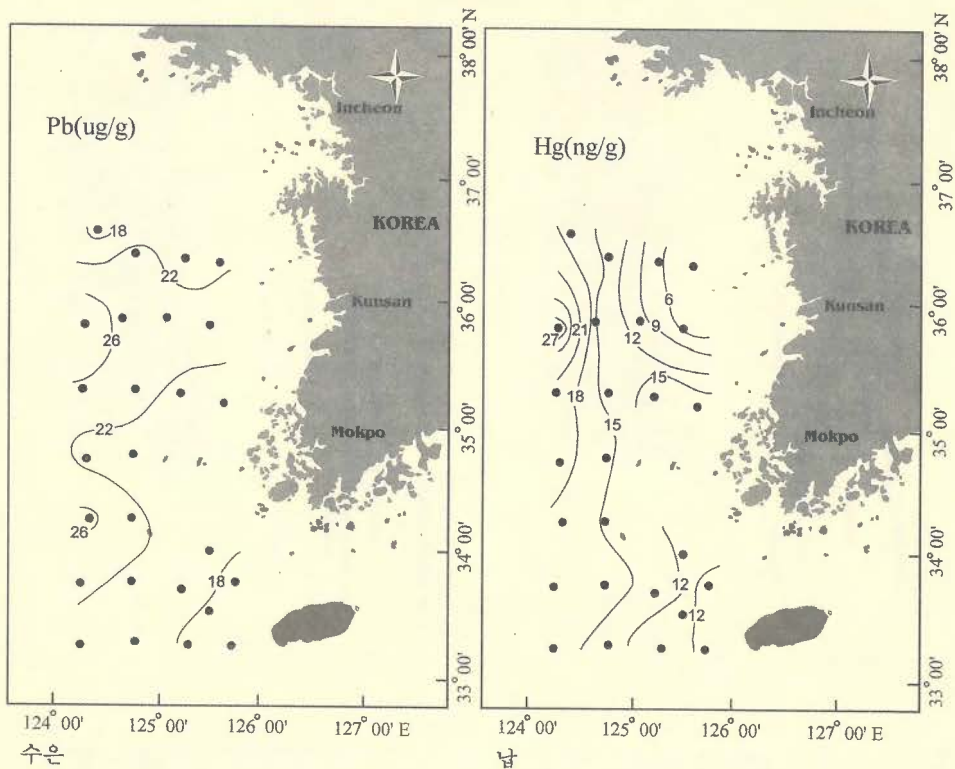


Fig. 11. Continued.

도로 검출되었고 어류의 간에서도 이러한 경향을 보였으나 그 차이는 미미하였다. 그리고 어류의 간에서 어류 조직에 비해서 분자량이 큰 PCBs의 농도가 상대적으로 높게 검출되었다.

퇴적물에서는 HPAHs의 농도가 LPAHs에 비해 2배 정도 높은 농도로 검출되었는데 황해 폐기물 투기 해역에 인접한 정점들이 대부분 상대적으로 높은 값을 보였다. 어류에서도 간과 조직 모두 HPAHs가 LPAHs에 비해 높은 농도로 검출되었고 투기 해역에 인접한 정점들이 대체로 높은 값을 보였다. 따라서 향후 투기 해역에 대한 정밀조사가 요구된다. 해수에서는 어류와 퇴적물과는 다르게 LPAHs의 농도가 총 PAHs 농도의 75%가 검출되었고 전반적으로 황해 남부해역에서 높은 값을 보였다.

퇴적물중의 중금속은 황해 중부해역에서 가장 높은 값을 보였는데 이는 황해기원의 미세

입자들이 이 해역에 퇴적되어 나타나는 결과로 보인다. 퇴적물의 경우에 납을 제외한 중금속들이 좋은 상관관계를 보였다.

퇴적물의 중금속 함량은 황해 기원의 세립 퇴적물이 퇴적된 것으로 보이는 황해의 중부해역에서 높게 나타나는 등 세립 퇴적물의 확장 지역과 밀접한 관계를 가졌으나 Pb는 다른 분포를 보였다. 각 금속들간의 상관성은 Pb를 제외하면 비교적 양호하였다. Pb의 높은 EF값은 다른 금속과는 다른 분포를 보이며, 조사해역의 북동부에서 높게 나타났다. 이것은 한반도 기원의 Pb오염과 더불어 배수지역의 화강암의 풍화에 의한 K-feldspar에 의한 영향으로 판단된다. 중금속 함량은 대부분 NOAA의 ER-L보다 낮았으나 Cr과 Ni의 경우 초과하는 정점도 있었다.

어류중의 중금속 함량의 편차는 Zn, Cr과 Cu

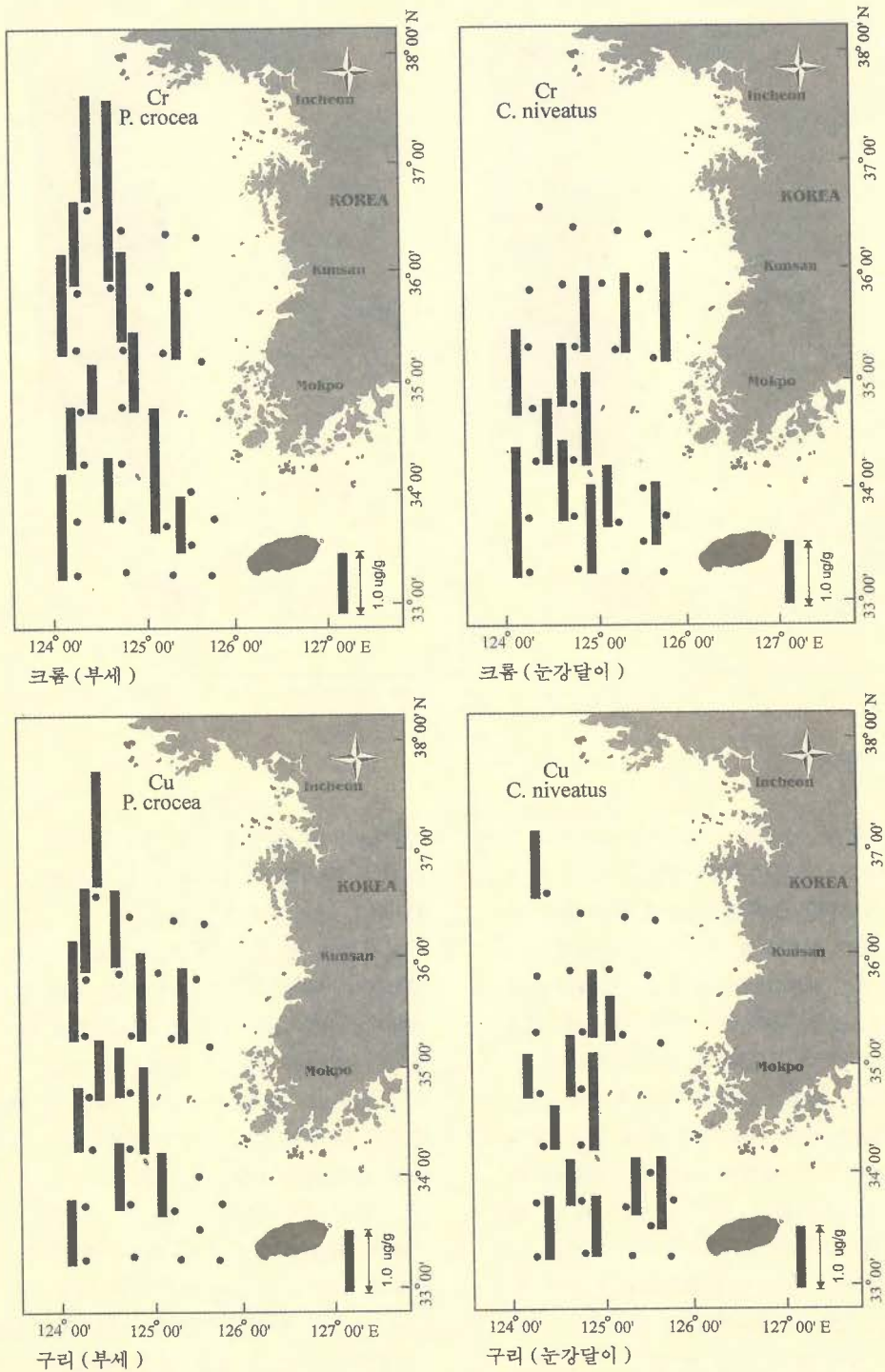


Fig. 12. Distribution of heavy metal concentrations in fish muscles (*Pseudosciaena crocea* and *Collothys niveatus*) collected in the Yellow Sea.

*황해에서 채취한 부세와 눈강달이 근육의 중금속 분포

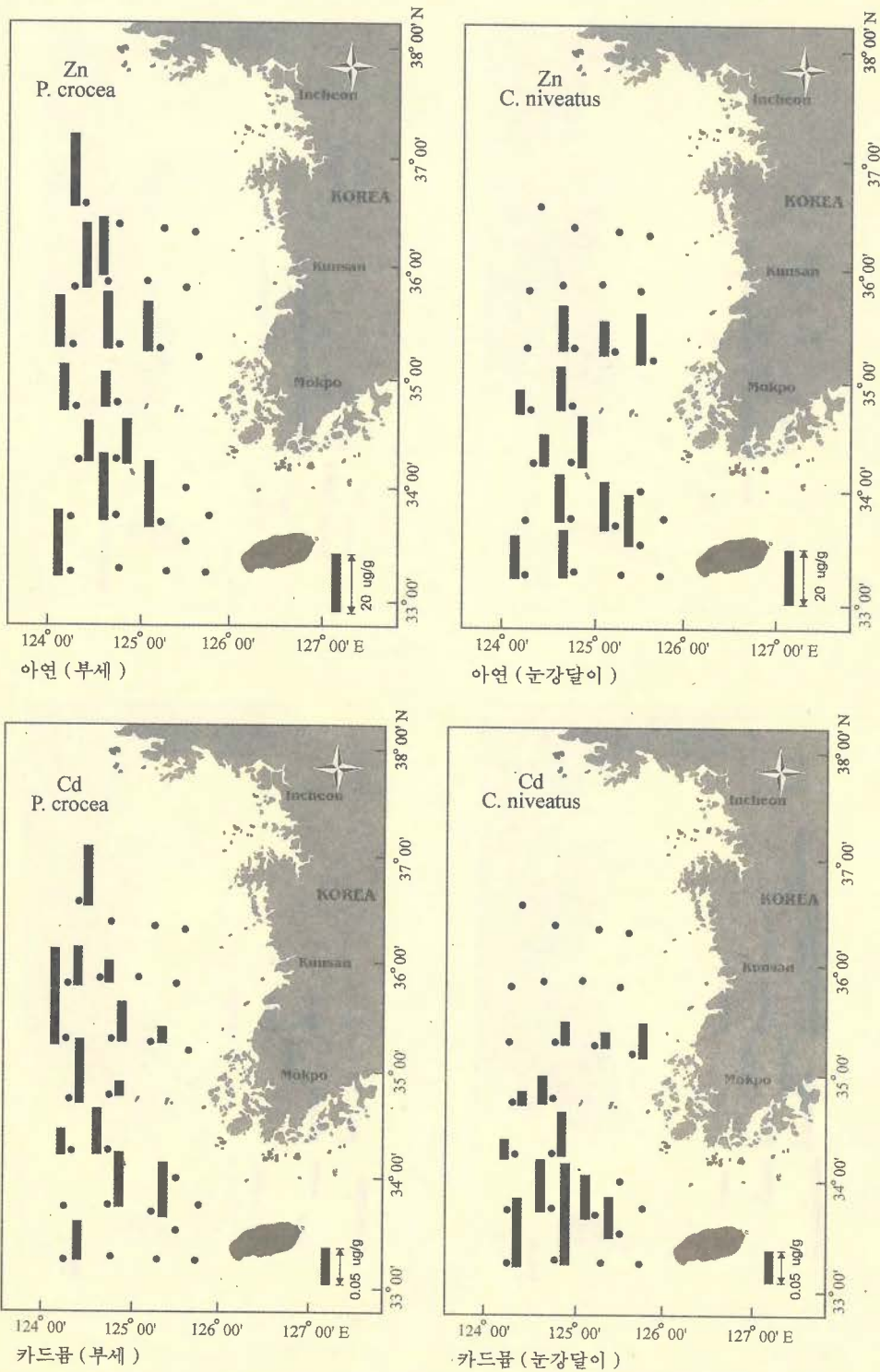


Fig. 12. Continued.

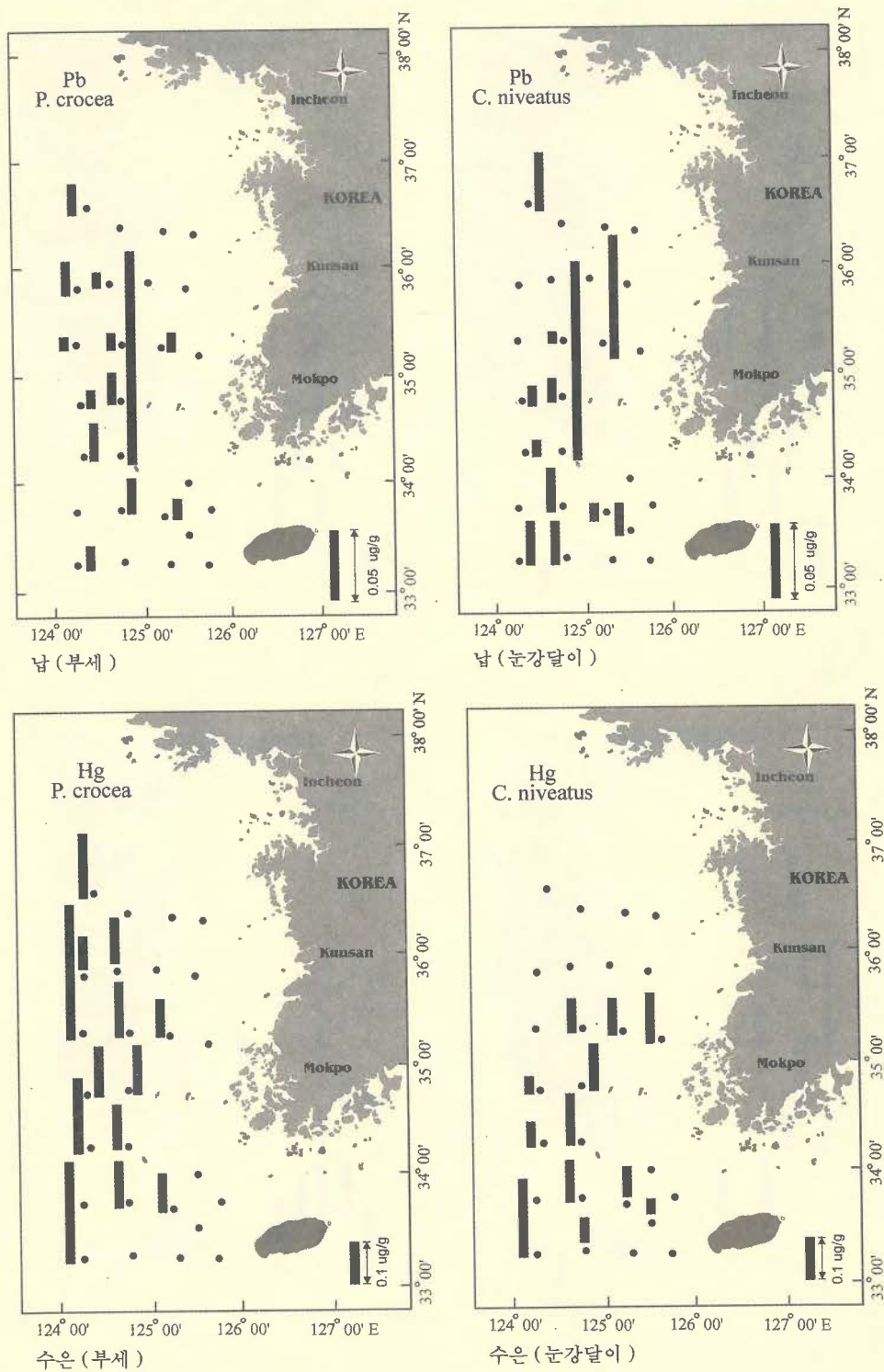


Fig. 12. Continued.

등 1 $\mu\text{g/g}$ 이상인 원소의 경우는 차이가 크지 않으나 낮은 함량을 나타낸 Cd, Pb와 Hg의 경우 편차가 크게 나타났다. 어류의 중금속 평균 농도는 $\text{Zn} > \text{Cr} > \text{Cu} > \text{Hg} > \text{Pb} > \text{Cd}$ 순이었는데 어류의 중금속 농도는 유럽과 한국의 기준치보다 매우 낮은 수준이었다.

결론적으로 2000년 황해 생태계 조사 결과에 따르면 인간 활동에 따른 환경 오염은 그리 크지 않은 것으로 보인다. 그러나 이러한 조사 결과만을 가지고 황해의 오염 정도를 파악하기에는 아직 자료가 부족할 뿐만 아니라, 금번 조사에 포함되지 않았던 현재 사용되고 있는 농약, 퇴적물의 독성, 해양생물 생체내 오염물질의 농도와 영향의 상관관계 등 환경과 관련된 여러 분야를 동시에 조사해야만 황해의 오염수준과 그 영향을 정확히 파악할 수 있을 것이다.

참고문헌

- 양동범 · 홍기훈 · 신종헌 · 정창수 · 김석현 · 이상한. 1997. 황해 오염 저감 대책 시행 방안 연구 기획. 한국해양연구소.
- 한국해양연구소. 1998. 시화호의 환경변화조사 및 보전대책 수립에 관한 연구. BSPE 97610-00-1035-4.
- 허형택 등. 2001. 황해 광역 생태계 연구.
- Kim K. T., H. S. Shin, C. R. Lim, Y. G. Cho, G. H. Hong, S. H. Kim, D. B. Yang, and M. S. Choi. 2000. Geochemistry of Pb in surface sediments of the Yellow Sea: Contents and Speciation. J. Korean Soc. Oceanogr., 35(4), 179-191.
- NOAA. 1990. The potential for biological effects of sediment-sorbed contaminants tested in the National Status and Trends Program. NOAA Technical Memorandum NOS OMA 52.
- Prudente, M., E. Y. Kim, S. Tanabe, and R. Tatsukawa. 1997. Metal levels in some commercial fish species from Manila Bay, the Philippines. Mar. Pollut. Bull., 34(8), 671-674.
- Valencia, M.J. 1988. The Yellow Sea: Transnational marine resource management issues. Marine Policy, October, 382-395.
- Zhao, Y. Y., M. C. Yan, and R. H. Jiang. 1995. Abundance of chemical elements in continental shelf sediment of China. Geo-Mar. Lett., 15, 71-76.

溪流 및 河川水質保全을 위한 水邊林의 水源涵養 및 水質淨化機能 增進 方案 (I) - 산림의 수질정화기능과 수변림 -¹⁾

박 재 현²⁾

진주산업대학교 산림자원학과

머리글

주요 상수원 지역인 산림유역 관리는 산림지가 청정수역이라는 인식 하에 인간의 간섭 및 개발행위를 최소화하는 산림지의 현상유지 및 시설규제 등과 같은 소극적인 방법이 주도되어 왔다. 또한 수변림의 관리도 이러한 맥락에서 이루어져 왔다고 할 수 있다. 그러나 상류지역 산림 및 수변림의 수원함양기능 및 수질정화기능을 증진시키기 위해서는 이러한 기능의 증진 및 보전을 위한 일련의 체계적인 사업(산림관리, 간벌 및 가지치기 등)이 필요하며, 이를 위해서는 산림토양의 물리적 특성과 아울러 수변림의 수질정화기능 증진을 위한 효과적인 수종선택, 수변림의 효율적인 사업 및 관리에 대한 종합적인 데이터베이스의 구축이 절실하다.

산림의 수질정화기능의 개념과 기왕의 연구

산림의 수질정화기능

산림의 수질정화기능은 강수가 수목의 잎과 가지, 줄기, 그리고 토양층을 통과할 때 식물뿌

리의 흡수, 점토나 부식에 의한 양이온의 치환흡착, 화학적 불용화 등의 작용으로 인해 강수에 포함된 각종 물질들의 농도가 낮아지는 기능이라고 할 수 있다. 이러한 작용은 대부분이 산림토양에서 이루어져, 산림은 질소나 인과 같은 물질의 농도를 낮추어주고 환경오염으로 발생하는 산성비의 pH를 중성에 가깝게 하는 기능을 한다. 이와 같은 현상은 산림토양이 점토 성분이나 부식성분을 화학적으로 토양 속에 축적시키고 토양 속의 유기물은 토양미생물이나 토양동물에 의해 분해되기 때문이다. 즉, 산림토양 내에 존재하는 토양미생물은 활발히 활동하여 유기질소와 암모니아성질소를 분해하고, 질산균에 의한 질산성질소의 산화작용으로 대기오염물질인 질소산화물을 분해한다. 예를 들어 강수에 녹아 있는 암모니아이온은 토양의 양이온치환흡착으로 인해 토양층을 통과함에 따라 그 농도가 감소하며, 식물 뿌리에 의한 흡수, 화학적인 불용화 작용으로 그 양이 감소된다. 또한, 인은 토양수에 용존되어 있는 칼슘성분과 결합하여 불용성 물질로 되기도 한다. 따라서 산림의 수질정화기능을 효율적으로 발휘시키기 위해서는 침투수가 되도록 토양과 많이

1) Water purification and water quantity function increasing plan of riparian zone forest for stream and river water quality conservation(I) - Water purification function of forest and riparian zone -

2) PARK Jae-Hyeon, Department of Forest Resources, Chinju National University, 660-758 Korea;

E-mail: pjh@chinju.ac.kr

접촉하도록 해야 하고, 이를 위해서는 토양의 공극률을 높여 강수의 침투성을 좋게 하여야 한다.

산림의 수질정화기능에 관한 기왕의 연구

산지에서 내리는 빗물에 섞여 내린 각종 오염물질은 임목의 수관층을 통과하여 내리는 수관통과우와 나무의 줄기를 타고 흘러내리는 수간류 등을 포함하는 임내우와 함께 토양을 통과하여 계류로 흘러 들어가는 과정을 거치게 된다. 즉, 산림유역에서 수분이나 양분은 수목을 매개로 하여 순환하는데, 이러한 과정에 대하여 朴在鉉과 禹保命(1997), 大類 等(1994), 坂本(1993) 등은 강우, 수관통과우 및 수간류, 토양수, 계류수에서 용존물질농도를 비교했을 때, 산림의 지역에서 내리는 강우가 산림지를 통과하여 계류로 흘러 들어오는 과정에서 계류수에 포함되는 물질농도의 변화를 추적함으로써 산림의 수질정화기능을 평가할 수 있다고 하였다. 그 결과, 朴在鉉과 禹保命(1998), 吳 等(1996)은 임내우에 녹아 있는 물질량은 강수보다 많으며, 특히 대기오염물질인 SO_4^{2-} 는 2배나 많다고 하였다. 大類 等(1995)과 Anderson(1991)도 수간류는 나무의 줄기에 가까운 토양일수록 토양의 화학적 성질과 식생 분포에 다양한 영향을 미친다고 하였다. 또한, Parker(1983)는 수관통과우와 수간류의 화학적 조성에 영향을 미치는 인자는 강수량, 고도, 오염원과의 거리, 수령, 토양의 비옥도라고 하였다. 더욱이 동일 환경 조건하에서 대기오염물질의 영향을 감소시킬 수 있는 능력은 수목의 생장시기에 따라 계절변이를 보여 주는데, 이 차이는 나무의 종류에 따라 다르며, 나무 줄기의 울퉁불퉁한 요철에 따라서도 다르다고 하였다.

모두베기 등 산림시업에 따른 계류수질변동에 대하여 Likens 등(1967)은 모두베기한 지역의 산림유역에서는 Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , NO_3^- -N 등이 급격히 증가해 계류수질을 변화시킨다고 하였다. 즉, 뉴햄프셔의 시험유역에서 실험한 결

과 벌채 전·후에 일정 농도 이상일 경우 사람이나 동물에 피해를 주며, 지하수 오염원이 되는 NO_3^- -N의 함량은 벌채작업 전에는 0.5 mg/l에서 벌채 후 80 mg/l까지 증가하여 미국 연방정부의 먹는 물 허용수질기준 한계의 8배에 달하였다고 하여 모두베기 시업의 역효과를 언급하였다. 즉, 산림을 벌채하고 도로 등을 건설하면 일반적으로 수질의 변화가 일어나고, 그 외에 토사가 유출되기 쉬워지며 계류수 중의懸濁입자가 증가한다. 또한, 식생이 없어지면 식물에 의한 양분의 흡수가 정지하고 그로 인해 양분의 유출이 증가하므로 계류수에 녹아 있는 각종 물질의 농도가 높아져 물이 자체적으로 정화할 수 있는 한계농도를 넘어가게 되어 수질이 악화될 수 있어 모두베기의 역효과가 발현되는 것이다. 뿐만 아니라 모두베기 시업을 실시하고 제초제를 처리한 유역에서는 처리하지 않은 유역보다 계류수의 여름온도는 평균 $2^{\circ}C$ 나 높아지고, 가을과 겨울에는 $3.9^{\circ}C$ 나 낮아져 계류생태계에 심각한 영향을 미치게 된다. Remy(1985)도 모두베기 시업한 지역의 경우 처리하지 않은 시험구보다 NO_3^- -N이 많이 유출되어 계류수질을 악화시키므로 모두베기는 가능하면 피해야 한다고 강조하였다. 또한, 相澤(1993)은 수간류의 pH가 높은 활엽수를 침엽수 인공림으로 바꾸었을 경우 수간류의 낮은 pH로 인해 토양이 산성화되므로 활엽수로의 시업은 대기오염물질에 의한 산림토양의 산성화를 억제시킨다고 하였다. 아울러 Baeumler와 Zech(1998)는 간벌 등 산림시업 후 토양수에서 용존물질의 양이나 오염도를 파악할 수 있는 간접적인 지표인 電氣傳導度(Electrical Conductivity)는 일시적으로 증가하나 1년이 경과한 후에는 토양의 강한 緩衝能으로 인해 간벌 전으로 안정화된다고 하였다.

질소산화물(NO_x , 35%)과 황산화물(SO_x , 65%)이 빗물에 섞여 내리면서 발생하는 pH 5.6 미만의 산성비로 인해 수목의 잎이 노랗게 되고, 수관의 상부로부터 하부로 내려가면서 미성

속 잎이 조기에 떨어지고 연륜생장이 감소하는데, 이렇게 수목에 영향을 미치는 산성비는 토양용액 속에 산성비에서 유래한 수소이온을 증가시킴으로써 토양에 결핍된 염기성양이온(Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+)과 치환되고, 치환된 염기성양이온들은 대기로부터 유래한 황산이온이나 질산이온과 결합하여 지하수를 통하여 흘러가 토양 속에서 알루미늄이온 등 산성금속이온을 활성화시켜 토양을 오염시킨다. 우리 나라는 국토의 53%가 산성비를 중화시킬 잠재능력이 적은 화강암과 화강편마암으로 덮여 있고 상류 수원을 이루는 각종 산림지역의 토심이 얇아 산성비에 의한 토양, 산림 및 수계생태계에 미치는 피해가 다른 나라보다 커질 수 있고, 실질적으로 대기오염물질의 유입이 많은 도심지역에 가까이 갈수록 토양산성화가 발생하고 있다. 따라서 최근에는 산성비에 의해 토양산성화를 억제시키는 수종을 개발하기 위한 노력이 다각적으로 이루어지고 있다. 예를 들어 수간류가 장기간 토양에 유입되면 침엽수는 토양의 산성화를 촉진시키고, 음나무, 톨립나무, 오리나무 등 활엽수는 토양산성화에 억제작용을 한다는 점에 착안하여 수간류 중에 포함된 곤충도의 용존염기가 뿌리 부근의 토양에 접촉함으로써 교환염기의 조성과 양을 변화시키는 기능을 발휘하는 수종을 산성비 피해위험지역에 식재함으로써 토양산성화의 완화를 기대하고 있다.

미국에서 총체적인 산림의 수질정화기능 증대를 위한 다양한 대책은 환경청이 주관하여 수립하지만 기술적인 문제는 산림청 산하 임업시험장의 연구결과를 이용하여 해결하고 있다. 산림지역의 수질보전대책이 수립된 배경은 산림사업과 산림 내에서 일어나는 각종 활동으로 수질에 미치는 영향이 매우 심각하여 모든 주정부는 산림작업에 따른 수질에 악영향이 미치지 않도록 각종 대책을 마련한 데서 시작되고 있다. 산림사업은 궁극적으로 하류수질에 영향을 주는 오염원의 파악이 곤란한 비점오염원을 효과적으로 제어하는 일이다. 이와 같은 역할을

규정한 법률은 수질과 관계된 법규로 1972년 연방수질오염방지법(Federal Water Pollution Control Act), 1977년에 맑은물보전법(Clean Water Act)의 208조, 1987년 수질관계법(Water Quality Act) 319조라 할 수 있다.

국가적인 차원에서 산림사업은 수질에 대한 전체 비점오염원의 약 3~9%를 차지하며, 임목의 벌채와 임도(forest road) 시공에 의한 지역적인 수질오염은 상류수원지의 경우 매우 심각할 수 있다. 따라서 임도로부터의 땅깍기비탈면이나 노면, 그리고 흙쌓기비탈면 등으로부터 발생되는 지표침식물은 심하게 침식되는 농지의 침식율과 거의 같거나 초과한다. 이러한 영향은 식수를 공급하거나 어족자원이 풍부한 보전이 잘된 유역 또는 수변구역에서의 산림사업시 매우 중요하게 고려되고 있다. 이와 관련하여 24개 주정부들은 1990년 수질영향평가 305(b)조에 모두배기와 같은 산림사업을 비점오염을 일으키는 행위로 규정하고 있으며, 환경영향평가의 결과에 의하면 42개 주에서 이러한 산림사업이 하천을 오염시키는 비점오염원의 9%를 차지한다고 보고하고 있다. 국유림의 경우도 임목의 벌채 등과 관련된 행위로 인하여 수질이 오염되기 때문에 많은 주정부에서는 이에 대한 방지대책을 마련하고 있다. 미국 환경청의 1993년~1998년 수질보전대책 보고서는 산원수의 수질을 보전하기 위해 산림사업시 임목수확 전의 계획, 계안지역 관리, 임도 시공 및 재시공, 임도관리, 임목 벌채, 정지작업 및 조림, 산불진압, 훼손지 복구, 유역관리, 화학물질관리, 습지관리, 광산관리, 휴양관리, 초지관리 등 각 단계별 대책을 수립해 놓고 있다. 즉, 미국에서는 산림의 수질정화기능을 증진시키기 위한 산림사업을 각 단계별 지침에 따라 효율적으로 수행하고 있다.

영국 산림청은 1993년에 산원수 관리를 위한 지침서인 『산림과 물 지침(Forests and Water Guidelines)』을 발간하였다. 이 지침서에 의하면 영국의 모든 산림관리자들은 1991년 개정된

수자원관리법(Water Resources Act)에 의거 산림시업을 제한받고 있다. 관리 지침 가운데 산림사업과 관계된 내용은 정지작업, 완충지대 설정 및 관리, 계안식생관리, 임도시공 및 유지관리, 임목벌채, 해충방제, 임지비배, 화학물질 연료 저장 및 취급, 화학물질 및 연료 누유에 대비한 비상계획, 산불진화와 야생동물을 위한 저수지 마련 등으로 구분할 수 있다. 여기에서 상류수원지는 계류와 인접한 거리에 따라 인접지역(The adjacent land), 계안지역(The riparian zone), 수변지역(The aquatic zone)으로 구분하는데, 이 가운데 인접지역은 계류로부터 멀리 떨어진 지역으로 유역내 면적이 가장 넓으며 대부분의 물이 모이는 지역이다. 계안지역은 수변지역과 인접한 지역으로 수변지역에 의해 직접 영향을 받으며, 수변지역은 물이 흐르는 부분과 바로 인접한 지역이다.

완충지대(Buffer areas)는 계안과 계류의 인접 지역에서 내려오는 유출수로부터 보호하기 위해 설정된 지역이다. 완충지대는 보통 계안지역을 포함하거나 이보다 더 넓다. 이 지역은 상류에서 내려오는 각종 퇴적물을 걸러서 계류로 유입되는 양료의 농도를 낮추는 기능을 하는데, 이때 완충기능은 면적이 넓고 경사가 완만하며 주변 식생이 왕성할 때 높아진다. 완충지역의 폭은 퇴적물의 이동 위험도에 의해 정해지는데, 이동 위험도는 경작 형태, 토양의 내침식성 그리고 경사도와 유역면적에 의해 영향을 받는다. 완충지대의 평균적인 폭은 1m 폭의 상류수원지 계류는 최소한 계류 양쪽 5m까지로 하고, 1 내지 2m 폭의 계류는 계류 양쪽 약 10m까지로 하며, 2m폭 이상의 계류는 계류 양쪽 약 20m까지로 정하고 있다.

한편, 20세기 들어 일본은 인구의 증가와 경제사회의 진전, 도시의 발전·팽창뿐만 아니라 전 국토에 걸쳐 개발이 진척되어 토지이용은 세분화·고도화되고, 일본 고유의 생태계와 경관은 산지와 계류·하천변 등 한정된 부분에 남게 되었다. 또한, 생활에 여유가 생긴 도시인들

은 그들 주변뿐만 아니라 다른 곳의 자연환경 보전 즉, 산지와 계류변의 자연생태계와 자연경관의 보전에 관심을 두게 되어 계류와 산복비탈면에서 시행되고 있는 환경복원적 치산·사방사업에 대한 관심이 증대되었다. 일본에서 근대의 치산·사방사업은 메이지유신으로 인한 황폐한 국토환경을 배경으로 산지와 계류에 관한 토사재해의 방지를 목적으로 각종 과학기술의 진보와 함께 발전되었으며, 수변의 자연생태계를 보전하고 안전한 국토의 형성에 기여해 왔다. 그러나 치산·사방사업은 산지와 계류변의 자연생태계, 경관보전 문제와 상치되는 문제를 안고 있다. 따라서 국민의 생명과 재산을 지키는 방재사업이라 하더라도 자연환경의 보전과 조화된 사업의 실시는 시대적 요청이 되었다. 그리고 개개 사업현장에서의 환경보전이 곧 지구환경의 보전과 직결된다는 것을 생각한다면 치산·사방기술자가 사업의 실행에 있어서 환경보전을 고려하는 것은 필수 조건이라 할 수 있다. 따라서 환경보전과 조화되지 않는 치산·사방사업의 실행은 불가능하다고 해도 과언은 아니게 되었고, 실제 建設省, 林野廳, 道都府縣에서는 환경을 배려한 각종사업이 전개되기 시작하고 있고, 하천사업도 환경복원을 위한 치산·사방사업과 같이 근대 치수사업으로서 홍수 범람 방지와 수자원의 개발에 큰 공헌을 하고 있다. 그러나 최근 들어 대규모의 인공댐과 견고한 호안의 건설이 결국 하천생태계와 친수성의 파괴, 수변구역의 식생 파괴 등으로 이어지고 있다는 사실이 판명되어 각종 건설 사업은 환경을 고려하지 않고는 어렵게 되었다.

자연생태계와 자연경관보전에 대한 국민적 관심의 증대는 많은 사람들이 살고 있는 평지에서 숲이나 수변 등 자연이 급속하게 사라지고 있다는데 하나의 원인이 있다. 더구나 자연이 원형대로 남아 있다고 생각되는 산지와 산림도 최근 현저하게 변화하고 있다. 이러한 시점에서 산지와 계류변에서의 생태계보전과 환경복원을 위한 치산·사방사업과의 관계에 대해서 생각

해 볼 필요가 있다(森本, 1998).

19세기 후반 河川法, 森林法, 砂防法이 공포되어 근대적인 치산·사방사업이 시작될 때 일본의 산림은 현재 중국, 북한, 필리핀, 네팔 등의 산지나 계류변과 같이 민둥산이나 황폐산지가 전국에 산재하였고, 토사재해와 수해가 빈발했다. 당시 산지에서 침식된 토사는 계속적으로 유출되어 선상지에 과도하게 퇴적되고, 평지의 하천에도 토사가 증가하였다. 또한, 태풍으로 인한 침식토사의 증가로 하천이 범람하는 사태가 많이 발생하였다. 따라서 산복에는 나무를 심고, 계류나 하천에는 댐을 시공하여 토사가 유출되는 것을 방지하고자 하였다. 이것이 국토보전사업의 추진법으로서 공포된 당시의 森林法·砂防法의 사상이었다(太田과 高橋, 1999).

오늘날에는 수목의 성장이 왕성하고 표층붕괴도 감소하고 있다. 그 결과 산림의 수원함양 기능에도 유리한 영향이 나타나고 있다. 그러나 갈수기에는 유량이 감소하는 사태도 발생하고 있으며(太田, 1998), 계류와 하천으로 유입되는 유출토사량도 감소하고 있다. 따라서 건설된 인공댐에 토사가 퇴적되지 않는 곳이 증가하고 있다. 이는 계류 및 하천 수변구역의 산림 복원 및 보전의 결과이기도 하다.

수변림의 生態的 機能 및 實態

수변림의 실태

육수 생태계는 전 지구 면적의 1% 이하를 차지하며, 호소, 연못과 같은 정수생태계, 계류, 강과 같은 유수생태계 및 소택지, 늪과 같은 습지생태계로 구분되는데, 이와 같은 육수생태계와 육상생태계의 접경부에는 수변부라는 독특한 생태계가 나타난다(Odum, 1983). 따라서 수변부는 야생동물의 서식지 및 피난처 제공, 먹이 공급, 부착생물의 착생기질 제공, 동물의 이동통로 제공에 의하여 생물다양성을 제고하고, 대기의 이산화탄소를 저장하며, 토양침식과 홍수를 저감하고, 지하수 재충전에 기여하며, 식

료, 가축사료, 퇴비, 생활용품 재료 등을 공급하고, 아름다운 경관을 형성하며, 좋은 교육 및 생태계 연구의 장을 제공하는 등 그 기여도가 대단히 크다고 할 수 있다(조강현, 1997). 따라서 수변구역의 보전을 고려한 각종 치산·사방사업과 생태계보전 문제를 검토할 때에는 하천 및 계류를 중심으로 하는 것이 타당한데, 이는 하천 및 계류가 이 문제의 핵심적인 결과를 도출해내기 때문이다. 토사재해방지의 관점에서 보면 하천 및 계류는 많은 토사를 하류지역으로 운반하는 기능을 수행하고 있어서 필연적으로 토사이동을 조절하기 위한 대책은 계류에서 강구하지 않으면 안 된다. 즉, 하천 및 계류에서의 이상적인 토사조절이 산복과 하류지역에 있어서의 토사재해대책에 크게 영향을 주기 때문이다. 따라서 하천 및 계류는 유역에서 토사조절 및 방재대책의 중심이라 할 수 있다. 또한, 생태계보전 측면에서 보면 계류 및 하천은 지극히 다양하면서도 다면적이고, 독특한 기능을 가지고 있다. 결국 치산·사방사업이 유역전체와 하천, 강 등을 아우러 해양생태계보전까지 고려할 때 하천 및 계류는 우선적으로 고려해야 할 장소인 것이다.

한 예로 일본의 경우 하천을 최상류유역으로부터 살펴보면 물은 산지에 유입되어 협곡을 형성하면서 흐르고 평지를 흘러 바다에 도달한다. 즉, 계류 및 계류가 하천에 연결하는 곳은 물이 흐르는 장소만이 아니라 토사가 이동하는 곳이며, 수목과 토사의 상호작용으로 다양한 수변환경이 형성된다. 특히 일본은 국토의 대부분이 산지인 동시에 강수량이 많아서 세계적으로 토사생산이 활발한 지역에 속한다(Ohmori, 1983). 호우와 눈사태 등에 의한 표면침식, 표층붕괴가 발생되거나 땅밀림, 심층붕괴로 인한 토사유출은 하류에 토사공급원이 되고 있다. 협곡부에서 유로는 하천 및 계류 안쪽 기슭의 비탈면에 한정되지만 평지에서 유로는 좌우로 진로가 변동되기도 한다. 비탈면에 의해 하천 폭이 넓어지는 곳에서는 토사의 퇴적이 발생한다.

이 경우 유로 변동에 따라 토사가 퇴적되는 장소도 변동한다. 이와 같은 결과로 형성된 것이 선상지이다. 선상지의 하류에서는 경사가 완만하고, 토사가 적게 퇴적되는 자연제방지대인 삼각주로 이동한다(貝塚, 1985). 협곡부는 토사가 유송되는 부분이지만 실제로는 유송 메커니즘이 복잡하다. 협곡은 강의 안쪽 기슭의 골짜기가 좁아지는 부분인데 실제 골짜기의 폭은 일정하지 않고, 확폭부에서는 토사가 퇴적되는 경향이 있다(馬場, 1982). 하천이나 계류변의 수역으로부터 육지지역에 걸친 이행대에서는 주변의 산림과는 다른 수변환경에 적응하는 식생이 발달하고 있다. 하천과 산림같이 두 개의 성질이 다른 환경이 서로 이웃한 곳에서는 환경차이에 따라 수변의 독특한 식생경관이 형성된다. 이와 같은 식생의 분포범위는 산림과 하천이 서로 작용하는 공간범위이며, 그 곳에 존재하는 산림은 하천의 상류에서 하류까지를 총괄해 수변림이라 정의할 수 있다. 그러나 실제로, 이들 산림은 계류·하천의 입지환경에 따라서 여러 가지 유형으로 분류된다. 그 첫째가 하변림으로 이는 주로 하류지역의 하천폭이 넓은 하천을 따라서 분포하고 있는 버드나무림 등이 성립하는 지역을 말한다. 습지림은 오리나무·들메나무림과 같이 총적지 등의 정체수가 있고 배수가 나쁜 장소에 분포하며, 수변림은 하천상류지역의 봉적토가 퇴적된 계류 주변 즉, 위치적으로 계곡림은 계류의 최상유역에 분포한다. 즉, 하천은 유역의 위치에 따라 선상지보다 상류인 계류와 그보다 하류인 하천으로 구분할 수 있다. 상류지역의 계류를 따라서 존재하는 숲을 수변림, 하류지역의 하천을 따라 존재하는 숲을 하변림, 하류지역의 후배습지에 형성된 숲을 습지림이라 정의할 수 있다. 또 선상지보다 상류 산간 계곡의 밑바닥이 넓은 장소에서 성립하는 산림을 수변림이라고 통칭한다. 아울러 유로에서 어디까지를 수변림으로 하는가는 세 가지로 구분할 수 있는데, 유로, 사력퇴적지, 범람원 등이 직접 계류·하천에 형성된 지형상에 분포하

는 산림, 일사차단, 낙엽·낙지, 유목의 공급 등의 기능을 통해서 계류·하천에 직접 물리적, 화학적, 생물적 영향을 주는 범위에 분포하는 산림, 수변림에서 우점하는 수종에 따라서 구성되는 산림이 그것들이다(中村, 1995; 石塚, 1977).

일본은 최상류유역에서부터 하구에 이르기까지 천연적인 자연환경 속을 흘러가는 대규모의 하천은 존재하지 않는다. 따라서 생태적으로 자연의 모습을 유지하고 있는 하천 및 그 주변환경은 유일하게 최상류지역에서밖에 찾아볼 수 없다. 이와 같이 천연적인 자연환경이 남아있는 집수구역은 그 자체 환경으로서도 중요하고, 학술적으로도 매우 중요하다. 더욱이 그 곳에서는 하천과 일체된 토지이용이 활발한 일본은 최상류유역에서부터 하구에 이르기까지 천연적인 자연환경 속을 흘러가는 대규모의 하천은 존재하지 않는다. 따라서 생태적으로 자연의 모습을 유지하고 있는 하천 및 그 주변환경은 유일하게 최상류지역에서밖에 찾아볼 수 없다. 이와 같이 천연적인 자연환경이 남아있는 집수구역은 그 자체 환경으로서도 중요하고, 학술적으로도 매우 중요하다. 더욱이 그 곳에서는 하천과 일체된 수변림의 원래 모습을 볼 수 있다.

일본 환경청은 자연환경보전기초조사 가운데 인위적인 영향을 받지 않은, 또는 인공물이 전혀 존재하지 않는 면적이 1,000 ha 이상 되는 집수역을 천연유역이라 정의하고 그 현황을 조사해 왔다. 그에 따르면 1979년에 실시된 제2차 기초조사에서 등록된 천연유역은 일본 전역에서 109유역, 230,759 ha에 지나지 않고 대부분이 홋카이도(40유역, 92,951 ha), 도쿄(34유역, 71,527 ha) 지역에 편재해 있다. 또한, 제2차 기초조사(1979년 실시) 이후 제4차 조사(1990년 실시)까지 10년간 천연유역의 요건을 충족하지 못하게 된 유역은 14개소에 이르고 있다. 현재는 그 후에 새로 등록한 것을 포함해 99유역에서 총면적 205,634 ha인데 해마다 그 면적이 감소하고 있다. 이와 같은 결과는 산림의 벌채와

그에 따른 임도개설이 주된 원인이거나, 인공댐의 건설도 그 원인 가운데 하나로 지적되고 있다. 또한, 천연유역 안에 보전지역(자연공원·자연환경보전지역)으로 지정되어 있는 곳은 79 유역에 불과하다. 더구나 이들 천연유역을 보전 대상으로 해야 한다는 법제도가 존재하지 않는 데, 유일하게 임야청이 국유림보호림제도로 지정한 산림생태계보호지역 21개소, 233,357 ha의 천연적인 집수구역 전체를 보전 대상으로 지정하고 있다(林野廳, 1997).

수변림은 하천의 흐름에 따라 형성되는 수변이라는 좁고 특이한 환경에서 연속적으로 존재한다. 그러나 중하류지역에 있어서 하천 주변의 토지이용이나 상류지역에서의 산림개발에 의한 2차림화, 인공림화된 결과 최상류지역에서 하구 지역까지 천연적이고 자연도 높은 수변림이 연속해서 존재하는 대규모의 하천은 존재하지 않지만 일부 지역에는 수변림이 남아 있는 실정이다. 그러나 이러한 자연도 높은 수변림의 대부분은 구체적인 보호대책도 취해지지 않는 실정이다. 홍수나 토사재해를 방지하기 위해 실시하고 있는 일련의 치산·사방·치수사업은 이렇게 단편적으로 존재하는 자연도 높은 林分이나 이차적인 수변림조차도 파괴하고 있다. 환경청의 제4차 자연환경보전기초조사에 의하면 조사한 153개 하천 안에 양안이 자연지인 비율은 45.3%이고, 樹林地가 차지하는 비율은 41%이었다. 이와 같이 도시지역은 물론 홋카이도, 동북지방의 일부를 제외하고 평야를 흐르는 하천 중에서 연속적인 수변림을 갖는 곳은 대부분이 고립되거나 단편화되었다. 일본의 수변림은 이제 그 연속성을 잃어 上下流와 小流域을 연결하고, 동식물의 분산, 이동을 위한 생태적 회랑으로서의 기능을 달성하지 못하고 있는 실정이다. 수변의 자연지 비율이 100%인 하천은 전국에서 6개 하천에 불과하고, 그 가운데에서도 전체 지역이 자연성 높은 하천은 別寒邊牛川(홋카이도), 岩股川(春田縣), 長棟川(富山縣), 仲良川(沖繩縣)의 4개 하천뿐이다(國有林野經營計

劃研究會, 1994).

예전에는 최상류유역의 급준한 계류를 제외하고 하천은 통상 유로, 범람원, 그리고 계안비탈면 혹은 자연제방, 단구에 연속적으로 이어지고, 육지와 수역의 생태적인 연결고리가 형성되어 있었다. 그러나 오늘날에는 하천주변에서 농경지, 택지개간 등 토지이용이 진척되어 수변림 등 하천의 배후지를 잃게 되었고, 각종 치산·사방사업 및 개발이 실시되어 육지와 수역이 일체였던 수변환경을 잃고 있다. 콘크리트호안은 그 가운데 가장 두드러진 것으로 하천과 수변의 상호작용을 단절하고 있다. 그 결과 육지로부터 토사, 물, 유목이나 낙엽·낙지의 공급이 막히고, 하천의 증수, 범람 등에 의한 육지의 교란이 감소하여 육지와 하천이 물리적·생물적으로 일체가 되었던 수변의 환경이 파괴되고 있다.

전국의 주요한 153개 1급하천(6,249 km)을 대상으로 조사한 결과 1990년에는 인공화된 수변이 26.6%(2,441.5 km)에 달하고 있다. 수변을 구성하는 산림군락은 많은 적든 하천으로부터의 물리적, 생리생태적 영향을 크게 받고 있다. 그 때문에 홍수 조절이나 이수를 목적으로 하는 대규모 댐 건설로 하천 유량의 감소나 안정화 등이 발생되고 수변에 자생하는 산림군락에서도 종조성이나 구조에 변화가 나타난다(Maekawa and Nakagoshi, 1997; 鎌田 等, 1997). 따라서 현재까지 수변림과 그 주변 산림은 실제 엄밀하게 구분되지 않고, 또 그럴 필요도 없었다. 그러나 수변지역의 환경복원을 위한 산림관리를 실시하는데 있어서는 구체적으로 수변림의 범위와 그 기능, 그리고 그 지역의 다양성이 검토되어야 할 필요가 있다.

수변림의 機能과 多様性

오늘날 식물사회학적 연구에 의해서 수변림의 종조성과 수종의 분포특성이 밝혀져 왔지만(石川, 1980; Ohno, 1982), 수변림의 수종구성은 기후조건에 의해서 달라진다. 홋카이도에서

버드나무류를 우점종으로 하는 수변림은 상류에서 하류지역까지 넓게 분포하고 있고, 선상지에는 당느릅나무를 우점종으로 하는 산림이, 습지에서는 들메나무가 우점하는 산림이 분포하고 있다(鈴木 等, 1997; Sakio, 1997; 大嶋 等, 1990). 하나의 하천이라도 수변림은 상류와 하류에 따라 다르다. 홋카이도에 있는 상류지역과 하류지역에서는 버드나무의 종도 틀리고, 같은 지역에서도 하천의 특성에 따라 몇몇 종의 버드나무가 공존하고 있다. 관동지방의 황폐계천에서는 최상류지역의 아고산대 하부에서 자라는 낙엽송이나 화백나무가 수변림이다(新山, 1987, 1989).

현재까지는 수목의 분포나 갱신이 하천지형과 퇴적물에 의해서 달라진다는 결과가 보고되었으나, 지형변화를 일으키는 계류·하천의 교란이 수변림의 갱신에 미치는 영향에 관한 연구는 아직 시작 단계에 불과하다(崎尾 等, 1995). 그러나 수변지역에 있어서 생물다양성은 다른 곳에 비해 높다고 할 수 있다. 예를 들면, 식물종의 경우 북미태평양연안의 수변림에서는 인접한 비탈면림보다 종류가 2~3배나 많고(Gregory and Ashkenas, 1990), 스웨덴에서 한 하천의 수변지역에서는 스웨덴에 분포하는 전체 고등식물의 13%가 출현한다(Nilsson, 1992).

일본의 냉온대지역 중소하천변에 발달하는 수변림은 인접한 산복비탈면에 발달하는 산림군집과는 종분포에 큰 차이를 보인다. 안정된 산복비탈면의 임관층에서는 너도밤나무가 우세하고, 林床에서는 조릿대류가 우점하지만 전체적인 종조성은 극히 단순하다(Yamamoto, 1989). 이에 반하여 수변림에는 임관층과 임상에 우세한 종이 없고, 종다양성의 지표가 되는 종다양도지수는 동시에 높은 대표값을 나타낸다. 이와 같은 수변림에 있어서 종다양성은 단순히 수변의 특성인 입지를 선택적으로 이용하는 식물종군이나 하천의 범람 등 빈번한 교란 하에 적응하는 종군이 보이지 않고, 상부비탈면에서 우점하는 종군이나 원래 넓은 분포지역을 가지면서

도 산복비탈면 등에서 탁월한 종에게 밀려난 희소종이 피난처로서 수변지역을 이용하고 있다(鈴木 等, 1997). 이와 같이 수변지역에서는 다양하고 복잡한 식물군집이 성립하고, 또 그것들을 먹이로 하는 동물종이 존재하여 수변지역의 생물다양성이 형성되고 있다(Gregory and Ashkenas, 1990). 예를 들면, 岩手縣 澤町の 森林總合研究所 카누마게곡시험지에서는 지금까지 岩手縣전역에서 확인된 하늘소의 3분의 1에 해당하는 83종이 채취되어 수변림에서 종이 풍부하다는 것을 입증하고 있다(森林總合研究所 生態秩序森林生態系팀, 1993).

계류·하천지역의 생태계에 있어서 수변림은 하천에 의한 교란과 밀접한 상호작용 하에 유지되고 있다. 계류·하천지역에서는 증수, 범람, 토석류에 의한 사력의 침식, 운반, 퇴적 등의 교란 외에 계류에 접한 비탈면으로부터의 교란이나 바람에 의한 임관틈새의 형성이 부가되어 복잡한 교란체계를 나타낸다. 또한, 빈도, 규모, 강도가 다른 교란(伊藤과 中村, 1994)에 의해서 형성된 수변지역의 미지형 구조는 복잡한 모자이크 형태가 된다. 즉, 그 곳에서는 토양, 수분, 빛환경이 다른 유로, 사력퇴적지, 계안비탈면 등의 입지에 적응한 식물군이 종, 나이, 규모가 다른 모자이크를 형성한다. 그 결과 수변지역에서는 많은 식물종이 갱신, 생육하여 다양성이 존재하게 된다.

일반적으로 수변지역의 교란은 계류나 하천을 통과하는 사람의 이동 정도에 그치지만, 태풍이나 장마시 집중호우로 인한 홍수 때에는 계류나 하천변 사력퇴적지에서 사력이 침식, 운반, 퇴적되어 작은 둔치가 생기고, 실생종자나 치수 등의 유실이나 매설이 발생한다. 한편, 이로 인해 생긴 사력퇴적지는 새로운 식생의 정착지가 되거나 주변에서 종자가 공급되어 발아하고, 침입종 사이에서 경쟁이 일어난다. 대규모 태풍에 의한 토석류나 산복붕괴는 임관목의 파괴를 동반하고, 일시에 수변지역의 지형을 변화시켜 지표의 교란뿐만 아니라 임관틈새형성

에 의한 광환경의 급격한 변화도 발생시킨다. 이와 같이 일단 정착한 이들 식물군집도 장기간 교란에 의한 파괴와 복원을 반복한다. 결국 수변지역에서 종의 다양성은 계속되는 교란에 의한 식물군락의 파괴와 복원에 의해 유지되고 있다고 할 수 있다.

수변림을 구성하고 있는 수목은 종자생산 및 산포, 발아, 실생의 정착, 치수의 성장 등 생활사의 여러 가지 단계에 있어서 계류·하천지역의 다양한 교란현상과 특유의 수분환경에 대응하는 성장을 하고 있다. 한 예로, 홋카이도에서는 수중에 따라서 개화나 종자산포 시기가 다르다. 그 때문에 해빙에 의한 증수시부터 하천수위의 저하에 따라서 하안에는 다른 종의 버드나무가 정착해 공존한다. 수변지역이나 붕괴지와 같이 지표가 빈번하게 교란하는 입지에 분포하는 종은 정착초기에는 줄기가 한 개이지만, 맹아줄기를 성장시키기 위해서 휴면아를 만들고, 붕괴에 의해 뿌리가 자라지 못할 때에는 맹아를 성장시켜 손상을 복원하고 있다(Sakai *et al.*, 1995).

수변림은 樹冠에 의한 일사차단, 대형·소형 동물에의 유기물 공급, 유하물의 포착, 지하수의 수질형성 등을 통해서 하천생물상의 서식환경에 큰 영향을 미치고 있다. 이와 같은 생태적 기능에 대해서 근래 미국서해안의 침엽수림대를 중심으로 많은 연구성과가 발표되고 있는데(Gregory *et al.*, 1991; Franklin, 1992), 일본의 수변림에서는 이에 대한 연구가 부족한 실정이다.

하천생태계에 있어서 수온의 변화는 미생물, 조류, 무척추동물, 어류 등 그 곳을 서식환경으로 하는 모든 생물에게 영향을 주고, 분포를 제한하는 요인이 된다. 특히 연어과 어류의 서식과 번식을 위해서는 낮은 수온의 유지가 필요하고, 수변림은 하천과 계류에 있어서 수온의 상승을 억제하는 중요한 역할을 하고 있다(Brown and Krygier, 1971). 상류지역의 수변림에 있어서는 수관이 계류에 내려찍는 직사광을 차단하

고 있다. 기온이 상승하는 여름철에는 수관에 의한 일사차단효과가 크고, 특히 유량이 적은 최상류지역에서는 어류의 분포를 억제하고 있다. 하천폭이 넓은 하류지역에 있어서도 수변림 아래는 직사광이 차단되어 어류의 중요한 서식환경이 된다(中村과 百海, 1989). 그러나 겨울이 되면 낙엽활엽수를 주체로 한 수변림에서는 많은 양의 낙엽이 생산된다. 이들 가운데 일부는 직접 유로 내에 공급되기도 하지만, 일단 林床에 떨어져 바람에 의해 유로 내로 이동하는 것도 있다. 유로 내에 공급된 유기물은 물의 흐름을 타고 흘러 돌 틈이나 流木에 걸리거나, 웅덩이에 퇴적해서 하루살이 등의 유충인 수생곤충의 먹이가 되어 분해되는데, 잎의 분해는 수중에 따라서 다르다(柳井과 寺澤, 1995).

일본에서는 교각에 걸린 유목이 범람을 일으키거나 토사와 함께 댐을 만들고 그것이 댐을 무너뜨려 土石流를 일으키기 때문에, 유로 내의 유목은 방재의 관점에서 제거되어 왔다. 그러나 하천이나 계류에 있어서 流木은 어류의 은신처가 되거나, 그로 인해 형성된 웅덩이는 어류의 중요한 서식장소가 된다. 유목은 계류·하천 내에서 수류나 사력과 상호 작용하여 복잡한 微地形을 형성한다. 즉, 유로를 차단하여 새로운 유로를 만들거나, 토사를 퇴적시켜 댐을 만들기도 한다. 이것들의 복잡한 미지형은 어류 등의 동물이 보이지 않게 하거나, 수변 식물군락의 갱신·유지에도 영향을 미치고 있다(Nakamura and Swanson, 1994).

계류나 하천변에 분포하고 있는 수목은 토양의 수분상태에 적응한 근계를 발달시키고 있다. 특히 습지에 분포하는 들메나무는 충분한 뿌리줄기를 발달시킬 수 있다. 이들 뿌리줄기에 의해서 여러 가지 물질이 식물의 영양소로서 흡수된다. 예를 들면, 범람원의 농지이용으로 인해 오염된 물이 수변림대를 흐르면서 오염물이 제거되는 등 필터로서의 역할을 하고 있다(Pinay and Decamps, 1988). 또한, 산림의 토양입자 자체가 이온을 흡착해서 수질정화에 기여하기도

한다(生原, 1992). 뿐만 아니라 하안에 성장하는 수변림 중 버드나무류는 하천의 자정능력을 30~40% 향상시키며, 수변림의 잔가지는 유속을 완화시켜 물 속의 여러 가지 영양염류가 운반되는 것을 방해하여 물질의 침전 및 여과효과가 있고(Engelhart, 1968), 수변림의 폭이 넓을수록 여과효과가 크다(Frede *et al.*, 1994).

수변에 성립하는 산림군집의 생태적 회랑으로서의 기능에 대해서는 아직까지도 그 중요성이 지적되고 있다. 하천을 따라서 형성되는 연속적인 수변림의 존재는 동일수계 내 각 유역을 생태적으로 묶어 주고, 이를 통하여 동식물의 이동·분산을 가능하게 하며, 종개체군의 유지·확대에 기여한다. 이동, 분산능력이 낮은 식물종은 지역적, 장·단기적인 환경변동 측면에서 종개체군의 축소, 확대를 반복하고 있다. 그런 중에 특정 소유역에서 어떤 개체군이 사라지는 경우도 있는데, 이와 같은 경우에는 다른 유역에 남아 있는 개체군이 생물학적 유산이 되어 수변지역을 회랑으로 이용하면서 유역 전체에 재분포를 가능하게 한다. 한편, 수변림을 구성하는 수종 중에는 수변지역에 의존적인 종군이 보이지 않고, 산복비탈면의 대규모 교란지대에서 우점하는 선구종이나 인접하는 식물대의 구성종, 그리고 개체수가 극단적으로 적은 종 등이 있다. 이는 수변지역이 식물종에 의해서 이동의 회랑 또는 피난장소가 되고 있다는 것을 의미하는 것이다. 즉, 수변림은 우점종에 의해 넓은 생육환경을 빼앗긴 종군의 피난장소이고, 변화된 환경에서 살아남은 식물종의 이동 회랑이라고 할 수 있다(Franklin, 1992).

맺는글

산림의 수질정화기능은 강수가 수목의 잎과 가지, 줄기, 그리고 토양층을 통과할 때 식물뿌리의 흡수, 점토나 부식에 의한 양이온의 치환 흡착, 화학적 不溶化 등의 작용으로 인해 강수에 포함된 각종 물질들의 농도가 낮아지는 기

능이라고 할 수 있다. 이러한 작용은 대부분이 산림토양에서 이루어져, 산림은 질소나 인과 같은 물질의 농도를 낮추어주고 환경오염으로 발생하는 산성비의 pH를 중성에 가깝게 하는 기능을 한다. 이러한 기능을 증대시키기 위해서는 우선적으로 간벌 및 가지치기 등 산림사업에 따라서 산림의 수질정화기능을 증대시킬 수 있는데, 산림사업을 통해 수관통과우, 수간류, 토양수의 pH완충능이 증대하며, 전기전도도는 상대적으로 감소한다. 즉, 산림토양내 대기오염물질의 유입을 감소시키고 산림의 완충효과를 증진시키기 위해서는 간벌 및 가지치기 등 산림사업이 유의하며, 수변림을 침엽수 인공림으로 조성할 경우 일정한 시기가 지나면 산림의 수질정화기능을 증진시키기 위해서 간벌 및 가지치기 등 적절한 산림사업이 필요하다.

아울러 수변림 관리는 산림지가 청정수역이라는 인식 하에 산림의 현상유지 및 시설규제 등 소극적 방법이 주도되고 있다. 그러나 산림의 수질정화기능의 증진 및 보전을 위해서는 수목의 완충효과를 극대화시킬 수 있는 최적 산림사업지침 마련을 위한 중·장기적인 연구가 필요하다. 또한, 각종 수질보전을 위한 치산시설에 대한 수질정화기능의 효과 분석도 필요하다. 아울러 임상별, 수종별 수질정화기능 등에 관한 종합적인 데이터베이스의 구축이 절실하다.

참고문헌

- 朴在鉉·禹保命. 1997. 山林流域內 降水로부터 溪流水質에 미치는 影響因子 分析 - pH, 溶存酸素, 電氣傳導度 -. 韓國林學會誌 86(4): 489-501
- 조강현. 1997. 수계환경 보전을 위한 수변부 생태계의 생태공학적 이용-대형수생식물을 중심으로-. 환경문제의 생태학적 접근. 서울여자대학교 생태연구소 설립기념 심포지엄. 68-81pp.
- 鎌田磨人·岡部建士·小寺郁子. 1997. 吉野川河

- 道内における樹木および土地利用型の分布の
變化とそれに及ぼす流域の諸環境. 環境シス
テム研究, 25: 287-294.
- 貝塚爽平. 1985. 川の作る堆積地形-貝塚ほか編寫
眞と圖で見る地形學. 東京大學出版會. 46-
57pp.
- 中村太士・百海琢司. 1989. 河畔林の河川水溫へ
の影響に関する考察. 日本林學會誌 71: 387-
394.
- 中村太士. 1995. 河畔域における森林と河川の相
互作用. 日本生態學會誌 45: 295-300.
- 馬場仁志. 1982. 擴幅による土石流の流動變形に
關する研究. 新砂防 35(1): 1-8.
- 森本幸裕. 1998. 日本 の 水邊生態系 復元과 綠
化. 韓國環境復元綠化技術學會誌 1(1): 114-
118.
- 坂本 康. 1993. 樹冠通過雨および樹幹流の水量
と水質の空間分布と時間變動. 水文水資源學
會誌 6(4): 326-335.
- 鈴木和次郎・大住克博・正木 隆・高橋和規・大
丸裕武・星崎和彦. 1997. カヌマ澤溪畔林試
驗地における溪畔林および隣接ブナ林の群集
構造. 科學研究費補助金研究成果報告書. 山
本進一編大面積長期プロットによる森林動態
研究. 名古屋大學. 89-114pp.
- 森林總合研究所生態秩序森林生態系チ-ム. 1993.
カヌマ澤試驗地のカミキリと自然度現在の森
林, そして將來の豫測-長期モニタリング研:
20-21.
- 新山 聲. 1987. 石狩川に沿ったヤナギ科植物の
分布と生育地の土壌の土性. 日本生態學會誌
37: 163-174.
- 新山 聲. 1989. 札内川に沿ったケショウヤナギ
の分布と生育地の土性. 日本生態學會誌 39:
173-182.
- 崎尾 均・中村太士・大島康行. 1995. 河畔林・
溪畔林研究の現状と課題. 日本生態學會誌 45:
291-294.
- 生原喜久雄. 1992. 森林の淨化機能. 森林土壌の
無機元素の動態と土壤溶液中での移動特性に
關する研究報告書: 59-61.
- 相澤州平. 1993. 樹幹流の土壤陽イオン交換にお
ける役割. 日本東北支誌 45: 193-194.
- 柳井清治・寺澤和彦. 1995. 北海道南部沿岸山地
流域における森林が河川および海域に及ぼす
影響 (II), 山地溪流における廣葉樹 9種落葉
の分解過程. 日本林學會誌 77(6): 563-572.
- 大類清和・生原喜久雄・相場芳憲. 1994. 森林小
集水域における溪流水質に及ぼす諸要因の影
響. 日本林學會誌 76(5): 383-392.
- 大嶋有子・山中典和・玉井重信・岩坪五郎. 1990.
芦生演習林の天然林における溪畔林優點高木
種-トチノキ, サワグルミ-に關する分布特性
の種間比較. 京都大學農學部演習林報告 62:
15-27.
- 太田猛彦・高橋剛一郎. 1999. 溪流生態砂防學.
東京大學出版會. 246pp.
- 林野廳. 1997. 平聲6年度林業白書. 農林總計協會.
國有林野經營計劃研究會. 1994. 國有林野經營規
定の解説. 日本林業調查會.
- 石川慎吾. 1980. 北海道地方の河 に發達するヤ
ナギ林について. 高知大學學術研究報告 29:
73-78.
- 石塚和雄. 1977. 河原と河邊林, 石塚和雄編植物
生態學講座. 朝倉書店. 237-242pp.
- 伊藤 哲・中村太士. 1994. 地表變動に伴う森林
群集の攪亂様式と更新機構. 森林立地 36(2):
31-40.
- Anderson, T. 1991. Influence of stemflow and
throughfall from common oak(*Quercus robur*) on
soil chemistry and vegetation patterns. *Canadian
Journal of Forestry Research* 21: 917-924.
- Baeumler, R. and W. Zech. 1998. Soil solution
chemistry and impact of forest thinning in
mountain forests in the Bavarian Alps. *Forest
Ecology and Management* 108: 231-238.
- Brown, G. W. and J. T. Krygier. 1971. Clear-Cut
logging and sediment production in the Oregon
Coast Range. *Water Resources Research* 7(5):

- 1189-1198.
- Engelhart, W. 1968. Die natuerliche Selbstreinigung der Gewaesser. Handbuch f. Landschaftspflege und Naturschutz, Bd. 2. 406pp.
- Franklin, J. F. 1992. Scientific basis for new perspectives. Naiman, R. J.(ed). Watershed Management: 25-72.
- Frede, H.G., Fabis, J. und Bach, M. 1994. N hrstoff und Sedimentrentention in Uferstreifen des Mittelgebirgsraumes. Z.F. Kulturtechnik und Landentwicklung 35: 165-173.
- Gregory, S. V. and Ashkenas, L. 1990. Riparian Management Guide, Willamette National Forest, USDA Forest Service, Pacific Northwest Region.
- Gregory, S.V., Swanson, F.J., Mckee, W.A. and Cummins, K.W. 1991. An ecosystem perspective of riparian zone. BioScience 41: 540-551.
- Likens, G. E., F. H. Bormann., N. M. Johnson and R.S. Pierce. 1967. The calcium, magnesium, potassium, and sodium budgets for a small forested ecosystem. Ecology 48: 772-785.
- Maekawa, M. and Nakagoshi, N. 1997. Riparian landscape changes over a period 46 years on the Azusa River in central Japan. Landscape and Urban Planning 37: 37-43.
- Nakamura, F. and Swanson, F. J. 1994. Distribution of coarse woody debris in a mountain stream, Western Cascade Range, Oregon. Canadian Journal of Forest Research 24: 2395-2403.
- Nilsson, C. 1992. Conservation management of riparian communities. Hansson, L. (ed). Ecological Principles of Nature Conservation: 352-372.
- Odum, E. P. 1983. Basic ecology. CBS College Publ., New York. 613p.
- Ohmori, H. 1983. Erosion rates and their relation to vegetation from the viewpoint of world-wide distribution. Bull. Dept. Geogr. Univ. of Tokyo 15: 77-91.
- Ohno, K. 1982. A phytosociological study of the valley forests in the Chugoku Mountains, Southwestern Honshu, Japan. Japanese Journal of Ecology 32: 303-324.
- Parker, G. G. 1983. Throughfall and Stemflow in the forest nutrient cycle. Adv. Ecol. Research 13: 57-133.
- Pinay, G. and Decamps, H. 1988. The role of riparian woods in regulating nitrogen fluxes between the alluvial aquifer and surface water-a conceptual model. Regulated River 2: 507-516.
- Remy, J. C. 1985. Quelques 1 ments pour une am lioration de la question desx fertilisants. In Winteringham, F.P.W. Environment and Chemicals in Agriculture. Proceeding of Symposium. Dublin.
- Sakai, A., Ohsawa, T. and Ohsawa, M. 1995. Adaptive significance of sprouting of Euptelea polyandra, a deciduous tree growing on steep slope with shallow soil. Journal of Plant Research 108: 377-386.
- Sakio, H. 1997. Effects of national disturbance on the regeneration of riparian forests in a Chichibu Mountains, central Japan. Plant Ecology 132: 181-195.
- Yamamoto, S. 1989. Gap dynamics in climax Fagus crenata forests. Bot. Mag. Tokyo 102: 93-114.

◁ 협회소식 ▷

○ 자연사랑 체험학습

7월 23일~26일(3박 4일)동안 강원도 인제군 방동리 아침가리일대에서 초중고생 100여명을 대상으로 분야별 전문가와 함께하는 「자연사랑 여름캠프」을 실시하였다. 생태학습 및 오지문화를 직접 체험해보는 교육으로 본 행사는 자생식물 관련 사이트 운영단체인 (주)세미르 Botoko의 지원 및 협찬을 받았다.



○ 오대산 부연계곡일대 종합학술조사 실시

2001년 정기 종합학술조사로 강원도 소재 오대산(1,563 m) 자연생태계 조사를 14개 분야의 전문가 40여명이 참가하여 6월 18일~22일에 1차 조사를 실시하였으며 2차로 8월 18일~20일(2박 3일)에 추가 조사를 하였다. 이 지역은 금번 조사가 최초이며, 다양한 생물상이 밝혀질 것으로 기대된다. 조사 결과는 2002년 종합학술조사 보고서로 내년 12월중에 발간될 예정이다.

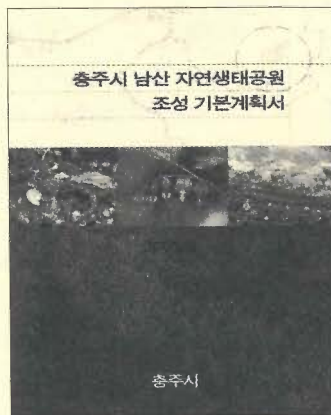
○ 서울대공원 자연생태학습원 조성에 관한 기본계획 학술 용역

본 협회는 지난 7월 서울대공원과 자연생태학습원 조성 계획에 관한 학술 용역을 계약하였다. 8월 22

일 협회 사무실에서 이에 관련한 회의가 있었으며 이 자리에는 김창환 박사, 김정규 박사, 김재근 박사 등이 참여하였다. 이 사업을 위한 조사·연구는 내년 1월까지 계속될 예정이다.

○ 충주 남산 생태계 조사 완료 및 자연생태공원 조성계획 최종보고서 납품

충청북도 충주시 소재 남산의 자연생태계 조사가 완료되었다. 충주 남산의 자연생태계보전을 위한 학술자료 확보와 이를 바탕으로 남산자연생태공원조성을 위한 기초자료로 사용하기 위해 본 연구·조사가 이루어졌으며 8월에 최종보고서를 발행하여 충주시에 제출하였다.



○ 한국자연보전협회 강원도지부 지부장 변경

강원도 지부장을 역임하던 강원대 이우철 교수가 정년퇴임함에 따라 지부장직을 사임하였다. 그리고 강원대학교 생물학과 정연숙 교수가 신임 강원도 지부장으로 추대되었다.

• 회비 납부 안내

회원 여러분께서는 2001년도 회비(2000년도 회비가 연체되신 분은 2년간 회비)를 온라인으로 입금해주시기를 부탁드립니다. 회원 구분에 따른 회비 및 입금 계좌는 입회안내를 참조해 주십시오. 회비 입금 뒤에는 수고스러우시겠지만 협회로 연락을 주셔서 확인하시길 바랍니다.

또한 연락처 및 간행물 발송처가 바뀐 회원께서는 바뀐 주소 및 연락처(이메일), 소속 등을 협회로 전화나 이메일을 통해 알려주시기 바랍니다.

날아라 새들아

많은 나라에서 새는 하늘과 땅을 오가는 신성한 존재로 여겨져 왔다. 우리나라는 좁은 국토 면적에 비해 다양한 새들이 살아간다. 같은 하늘이라는 자연을 공유하며 살아온 새들에 대해 그 특징과 몸의 형태에서부터 시작해 새의 이동형태, 특이한 습성 등을 설명하고, 우리나라에서 볼 수 있는 새를 텃새·여름새·겨울새·나그네새로 나누어 사진과 글로 각각의 새들의 생태 이야기를 보여준다. 지구상에 얼마남지 않아 천연기념물이 된 40종의 새와 멸종위기종과 보호종의 59종 새를 따로 설명하여 보호와 관심을 유도한다. 마지막으로 한반도의 주요 조류 관찰지를 소개하여 필요한 사람들이 요긴하게 활용할 수 있도록 하였다.

원병오 저/다른세상/4×6판 변형/320면/17,000원



바닷가탐사의 길라잡이 바닷가 생물

한국 갯지렁이 분류와 생태에 관한 연구와 「청소년을 위한 자연 탐사교실」을 운영하던 백의인 박사가 우리나라 전국 해안을 돌며 직접 찍은 사진과 경험을 모은 책이다. 조간대에 살고 있는 모든 종의 바닷가 생물들의 모습과 생활을 담고 있어 바닷가 생물 도감이라고도 할 수 있으며, 최근 생태계 파괴로 인해 사회 문제로 대두되고 있는 갯벌의 다양한 습과 생물들에게 주는 혜택에 대해서도 함께 알고 있다. 그러나 누구라도 쉽게 이해할 수 있게 서술하였으며, 바닷가 생물 탐사 여행의 준비부터 진행과정까지 설명해줌으로써 청소년들을 위한 교육 서적으로 직접 바닷가 생물 탐사 여행에 좋은 길잡이가 되어줄 것이다.

백의인 저/아카데미서적/신국변형판/198면/12,000원

생물의 애육살이

1994년 「꿈꾸는 달팽이」로 시작하여 과학의 대중화를 시도하는 권오길 교수의 일곱 번째 생물에세이다. 「생물의 애육살이」는 애육하다는 말 뜻대로 생물들의 구차하고 고생스러운 살림살이를 이야기한다. 자연 속에 살고 있는 생물의 삶은 언뜻 아름다워 보이지만, 실은 끊임없는 생존경쟁 속에서 살아남기 위한 고단한 삶의 연속이다. 이 책은 우리와 함께 살고 있는 생물들의 삶을 통해 우리의 삶을 돌이켜 보게 된다. 과학의 혜택으로 우리 삶이 편안하고 풍요로워졌지만 자연을 보는 눈은 멀어만 간다. 그러나 자연 속에서 인간도 동물에 불과하며 생물들의 애육한 삶을 통해 자연의 숭고함을 배워야 할 것이다.

권오길 저/지성사/신국판 변형/280면/8,500원



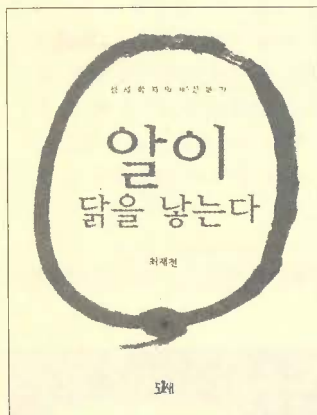
살맛나는 세상 다녀오기 / 섬, 내가 섬이 되는 섬(최성민의 자연주의 여행 1·2)

여행을 앞두고 남다르면서도 알찬 여행을 고민하는 사람들에게 더 이상 먹고 노는 여행이 아니라, 자연과 생명 속에서 건강하고 창조적인 나를 찾아낼 수 있는 자연주의 여행의 지침서이다. 1권 육지편인 「살맛나는 세상 다녀오기」는 4계절 자연의 아름다움을 볼 수 있는 49곳 이상의 여행지를 모았으며 땅과 자연의 의미를 몸소 느낄 수 있게 해줌으로써 읽는 이로 하여금 벌써 그 여정에 가 있게 한다. 잘 알려져 있지 않은 한국의 고즈넉한 섬 60여곳의 이야기를 담은 2권 섬편, 「섬, 내가 섬이 되는 섬」은 동·서·남해의 가깝고 먼 섬들을 두루 돌면서 섬들의 풍성한 자연을 이야기해준다. 한겨레 신문의 '느낌이 있는 여행'의 필자인 저자의 자연관이 배어있고, 각 여행지마다 10여장의 생생한 사진들을 시간순으로 배열하여 이전의 여행서와는 다르게 진정한 자연속으로 독자를 데리고 가줄 것이다.



최성민 저/김영사/신국판 변형/312면/각 권 11,900원

알이 답을 낳는다



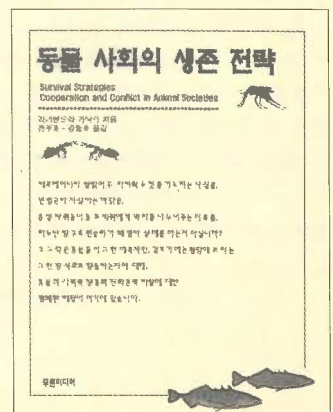
서울대 생명과학부의 최재천 교수가 생태학자의 눈으로 바라본 세상사 이야기를 책으로 묶었다. 사람들의 일상과 사회현상을 동물의 행태와 자연현상에 비취 설명하며 생태학적 세계관의 중요성을 역설하는 한편 알려지지 않은 동물세계의 신비로움 등 이색적인 주제와 독특한 세계관이 담겨 있다. 자연과학자의 해박한 지식을 설명하는 글이 아니라, 생명에 대한 경외심, 자연과 사람을 구별않고 바라보는 철학적 사유가 담겨 있으며, 자연에 관심을 잃어가는 현대인에 대한 반성을 촉구한다. 앞페이지에 있는 제인 구돌 박사의 원숭이 사진을 비롯하여 20여컷의 국내에서 보기 힘들었던 사진들이 포함되어 있다.

최재천 저/도요새/신국판 변형/275면/10,000원

동물사회의 생존전략

이 책은 동물 세계에서 볼 수 있는 서로 다른 많은 행동들에 대해 최상의 묘사와 자세한 설명을 제공하고 있다. 65가지의 다양한 에피소드를 통해 사자에서부터 벌에 이르기까지 다양한 동물들이 살아가면서 행하는 협동과 갈등의 전략들을 설명함으로써 동물의 사회적 행동이 품고 있는 진화론적 토대에 대한 해답을 제시한다. 이렇게 동물사회에서 일어나는 수많은 활동 뒤에 숨어있는 의미와 정보를 각종 도표와 사진을 이용하여 생물학적 지식이 없는 독자도 어려움없이 읽을 수 있도록 쉽게 설명한다. 저자는 국립인도과학아카데미 생태과학센터의 교수이며 인도 벵갈로르에 있는 고등과학원의 명예수석연구원이다.

라가벤드라 가다타 저/전주호·강동호 역/푸른미디어/신국판/240면/9,000원



사단법인 한국자연보전협회 (KACN) 입회안내

사단법인 한국자연보전협회는 자연환경보전법 제56조에 근거한 법정단체(설립 1963. 12. 24)입니다.

본 협회는 자연자원과 국토를 보전하고, 조상으로부터 물려 받은 자연을 그대로 후손에게 물려주어야 할 우리의 의무를 다하기 위해 자연자원의 보전에 관한 조사·연구사업 뿐 아니라, 대국민 홍보·교육사업 등을 수행하고 있습니다.

본 협회의 입회 안내는 아래와 같습니다.

회원의 종류

- ① 일반 회원 : 협회의 취지에 찬동하는 분
- ② 학술 회원 : 자연환경 및 자연자원 보전에 관한 조사·연구·교육·홍보 또는 보전사업을 하는 분
- ③ 특별 회원 : 가. 자연환경보전사업을 지원코자 하는 개인, 단체 또는 법인
나. 자연환경보전법 제11조의 멸종위기야생동식물, 보호야생동식물을 취급하는 분
다. 자연환경보전법 제14조의 국제적멸종위기종을 취급하는 분
마. 기타 건설, 조경 등 자연환경 보전과 관련된 사업을 하는 분
- ④ 단체 회원 : 자연환경 보전과 관련된 회원 50명 이상 유관단체

회비 안내

회원 구분	연회비	입회비	발간물 배포
일반 회원	10,000	10,000	“자연보존”지(계간)
학술 회원	20,000	20,000	“자연보존”지(계간) 및 학술연구 논문
특별 회원	100,000	100,000	“자연보존”지(계간) 및 학술연구 논문
단체 회원	300,000	300,000	“자연보존”지(계간) 및 학술연구 논문

회비 납부 안내 : 온라인 입금

- 우체국 온라인 011742-01-000779 · 우편대체 계좌 010983-31-000311
- 농협 중앙회 029-01-151195 · 국민 은행 778-01-0012-519
- 외환 은행 291-22-00187-1 · 조흥 은행 920-03-001336

예금주 : 한국자연보전협회

※가입문의 : 한국자연보전협회 사무국(전화 02-383-0694, Fax 02-383-0695)

E-mail : KACN@hitel.net

natcon@chollian.net

目 次 CONTENTS

□ 기획 : 서해안의 자연환경과 보존

- 서해안 수산자원과 보존관리 / 박승윤 1
Fisheries resources and conservational management in the adjacent Yellow sea /
PARK, Soung-Yun
- 서해 연안 어류다양성과 보전 / 김익수 9
Fish diversity and its conservation in the west coast of Korea / KIM, Ik-Soo
- 서해안 해안사구 실태 및 보전 방안 / 우한준 16
Current status and conservation of coastal dunes in the west coast of Korea / WOO, Han-Jun
- 서해안 무인도서의 식생 보존 전략 - 경기만을 중심으로 - / 민병미 22
The conservation strategy for uninhabited islands' vegetations in Western sea of Korea,
mainly on Gyeonggi Bay / MIN, Byeong-Mee
- 황해의 지속성 유기오염물질과 중금속 오염 / 오재룡 · 김경태 30
Persistent organic pollutants and trace metals in the Yellow sea /
OH, Jae-Ryoung & KIM, Kyung-Tae

□ 회원투고

- 계류 및 하천수질보전을 위한 수변림의 수원함양 및 수질정화기능 증진 방안(I)
- 산림의 수질정화기능과 수변림 - / 박재현 44
Water purification and water quantity function increasing plan of riparian zone forest for
stream and river water quality conservation(I) / PARK, Jae-Hyeon

□ 협회소식 56

□ 신간안내 57

자연보존 第 115 號 <季刊> 非賣品
登録番號 (서울)바 -0520號 登録日字 1975. 8. 26

2001年 9月 20日 印刷
2001年 9月 30日 發行

發行處 社團 韓國自然保全協會
法人

發 行 人 尹 一 炳
編 輯 人 金 鎮 一
印 刷 處 인 림 원

122-706
서울 特別市 恩平區 佛光洞 613-2
國立環境研究院 內
전화 : 383-0694 FAX : 383-0695