

洛東江河口 干潟地の 水生管束植物에 관한 研究

—河口堰 建設 前後의 干潟地 植生の 生産性 比較—

尹 解 順

東亞大學校 自然科學大學 生物學科

A Study on Vascular Hydrophytes of Intertidal Area in Nakdong Estuary

— Productivity of Intertidal Vascular hydrophytes before and after the Construction of Nakdong Barrage —

Yoon, Hae Soon

Dept. of Biology, Dong-A University

ABSTRACT

Nakdong estuary provides the largest wintering grounds for migrating waterfowls in Korea, and was designated Natural Monument No. 179 in 1966.

Nakdong barrage and related construction-projects finished in 1987 to increase freshwater-supply to nearby Pusan metropolitan area and to reclaim the vast intertidal areas for land development.

Changes on distribution, primary productivity, and standing crop of *Schoenoplectus triqueter*, the dominant species in this intertidal flats, were investigated after the construction, during the 1988-1990, and were compared to those before the construction.

Total standing crop, tuber biomass and net primary productivity of *S. triqueter* increased in 1988 and 1989, but decreased slightly in 1990.

Increase of tuber biomass means an increase in available food, thus the carrying capacity, for swans wintering in this area. Habitat environment of this estuary should be protected and managed as a wintering ground for migrating waterfowls, inspite of the construction of the barrage.

緒 論

河口는 汽水의 서식환경을 형성하여 特有의 種이 서식하며 種多樣性은 낮지만 그 개체수가 많고(Goldmann & Horne, 1983), 생산성이 熱帶洪水林 다음으로 높다. 따라서 各국에서 河

본 연구는 1989년도 문교부 학술연구조성비의 지원으로 이루어졌음.

口에서의 種構成이나 생산성에 관한 연구가 활발하게 행해지고 있다(Ranwell, 1961; Chapman, 1977; Nestler, 1977; Odum and Fanning, 1973; Mann, 1982).

우리나라에서도 塩濕地植生이나 水生管束植物 및 그의 생산성에 관한 연구가 많이 이루어졌으며(金, 1975; 李等, 1982; 金과 閔, 1983), 특히 洛東江河口 生態系の 연구는 河口堰 건설 이전에 여러 학자에 의해 이루어졌다(吳, 1970; 金, 1978; 金 등, 1982; 鄭과 崔, 1983; 鄭과 鄭, 1984; 文과 金, 1985).

洛東江 河口는 1966년 이래 천연기념물 제 179호로 지정보호되고 있는 철새 도래지로서 조류들은 하구의 하부에 있는 여러 淺과 넓은 干潟地를 휴식처로 이용하고 하구일원에 서식하는 저서동물이나 염습지 식물을 먹이와 번식지로 이용하여 왔다(元, 1981). 그러나 洛東江의 淡水를 塩害로 부터 보호하고, 부산지역의 식수와 용수난 해결 등의 효과를 얻기 위하여 1983년 12월 부터 1987년에 걸쳐 洛東江 하구둑이 건설되었다. 河口堰 건설 당시 河口堰 건설로 인하여 河口生態系에 많은 변화가 예상되고 그 영향을 최소화하기 위하여 환경 영향평가가 여러 분야에서 이루어졌다(Groenendijk, 1983; Doornbos, 1983; Groenendijk & Yoon, 1985; Groenendijk, 1985; 尹과 元, 1985; Doornbos, Groenendijk & Jo, 1986; 尹, 1987; 産業基地開發公社, 1985; NEDECO, 1986).

본 연구는 河口堰 건설 후의 변화를 조사하기 위하여, 이 지역 干潟地의 우점종인 세모고랭이 (*Schoenoplectus triquetet* (L.) Palla)를 중심으로 河口堰의 설치로 방류량에 따라 바로 영향을 받는 두 지소를 택하여 첫째, 密度, 草丈, 現存量 등의 식물의 생장과 둘째, 一次純生産量の 변동 및 셋째, 고니류의 食餌物이 되는 세모고랭이 塊莖의 現存量 변화를 조사하여 하구언 건설 전에 조사한 것(尹, 1987)과 비교하였다.

調查地 概況

洛東江河口는 지형학적으로는 삼각주형(deltaic formation) 하구로서(Ketchum, 1983) 하구의 하부에는 沿岸砂洲(barrier islands)가 東西 方向으로 길게 나열되어 있어 外海에서 밀려오는 波浪을 막아주는 防波堤의 역할을 하고 있으며(Fig. 1), 이들 沿岸 砂洲들은 기후적인 환경변화에 의해 동적변화가 활발히 진행되고 있다(權, 1973; 潘, 1984, 1986).

河口의 전체면적은 38km²(Eynsink, 1983)이고, 조수의 간석차이는 대조기에 120~150cm 이고, 소조기에 10~50cm이다. 각 砂洲間에는 탁류의 범람으로 干潟地가 발달하였으며, 干潟地의 면적은 乙淑島와 백합동 사이에 약 400ha, 鳴湖島와 大馬嶼이 약 800ha이고, 大馬嶼과 장자도 사이의 干潟地面적이 약 400ha이다. 干潟地面은 경사가 완만한 평면이고 干潟地面의 경사를 따라 소규모의 물골(tidal creek)이 발달하며 물골의 수심은 0.5~2m정도이다.

간조시에 노출되는 干潟地에 비교적 고도가 높은 약 10cm 정도의 곳에 세모고랭이 純群落이 형성되고, 애기거머리말(*Zostera nana* Roth.)은 물골을 따라 수중이나 물골 주위의 세모고랭이 지역과 중복되어 혼합군락을 이루고 있다. 세모고랭이의 괴경은 이 지역에 渡來하는 고니류의 食餌物로 이용된다(Groenendijk, 1985).

본 연구의 조사지는 하구둑 수문에 의해 직접적인 영향을 받는 지역으로 鳴湖島와 大馬嶼間의 세모고랭이 군락을 I 지소로 정하고, 大馬嶼과 장자도 사이의 세모고랭이 군락을 II 지소로 선정하였다(Fig. 1). 장자도의 배후저습지인 II 지소는 I 지소보다 하부에 위치하며, I

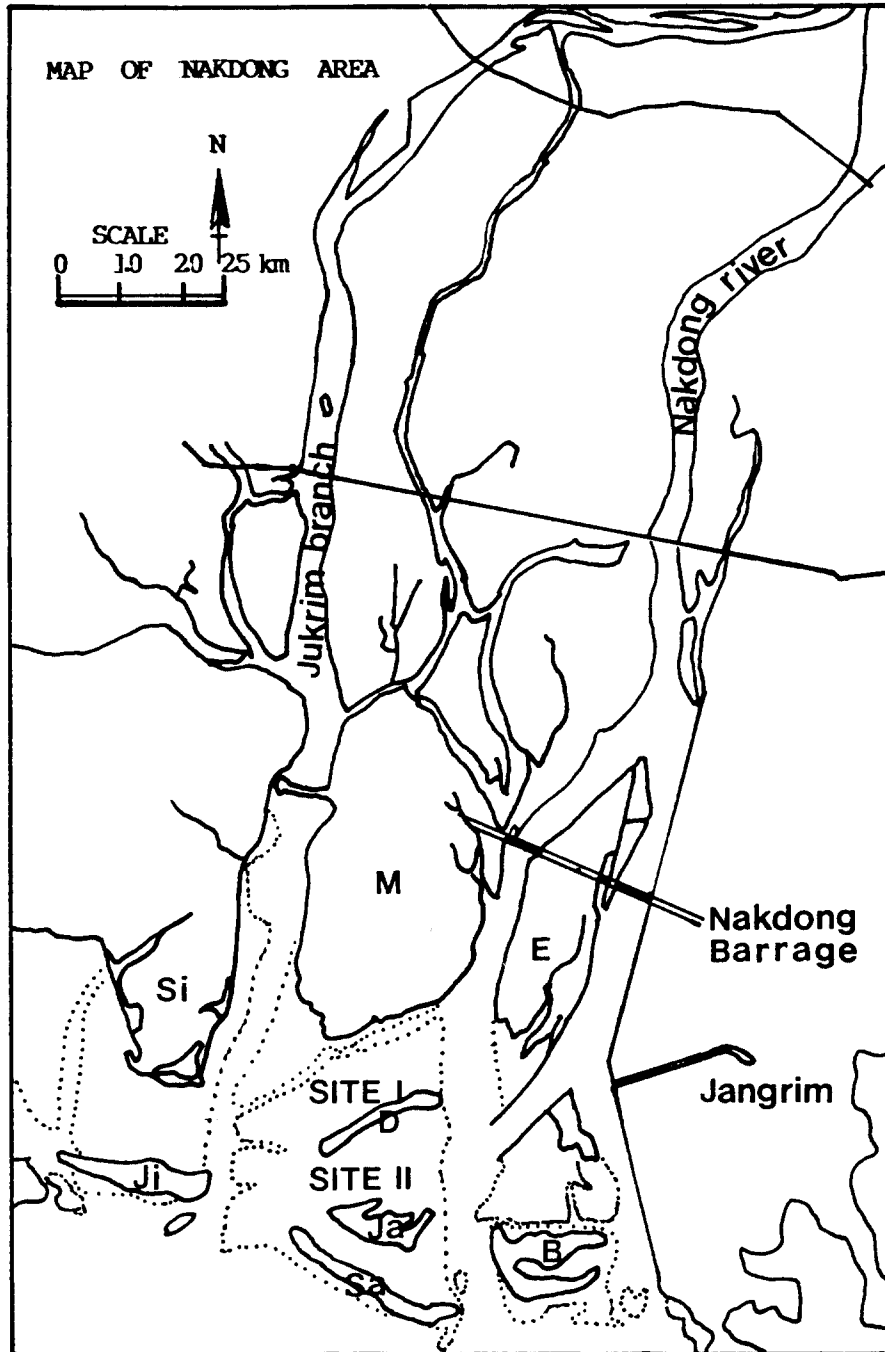


Fig. 1. Map showing the studied area in Nakdong estuary.
 B : Baeghapdeung D : Daemadeung E : Eulsukdo M : Myeonghodo
 Ja : Jangjado Ji : Jinwodo Sa : Saedeung Si : Sinhodo

지소보다 바다의 영향을 더 많이 받은 지역이다. 하구언 완공 이후 지형변화는, 下端과 新平洞일대의 干潟地와 乙淑島 동쪽 河道에 있던 干潟地는 토지매립공사에 의해 소실되었으나, 남쪽의 多大浦 부근에 새로운 干潟地가 성장하고, 백합등은 퇴적으로 인하여 확장되었다. 乙淑島 서쪽 河道는 乙淑島 남쪽의 干潟地가 서쪽으로 성장하고 大馬嶼쪽은 침식으로 축소되고 있으나, 장자도와 배후저습지 및 새등은 면적이 확장되고 퇴적으로 간석지면이 높아졌으며, 새등의 남서부에 새로운 간석지가 발달하고 있다. 西洛東江의 萊山水문 남쪽 하도는 新湖島와 眞友島 동쪽으로 干潟地가 성장하고 鳴湖島 남쪽의 干潟地는 침식으로 축소되고 있다 (Ban, unpublished data). 따라서 본조사지의 I 지소는 침식으로 干潟地 면적이 감소되고, II 지소는 확장되어 가고 있는 중이다.

調查期間 및 方法

본 연구의 조사는 1989년 3월부터 11월까지 약 3개월 간격으로 이루어졌으며 세모고랭이 괴경의 생체량 변화는 월동 수급류의 도래시기 초반인 10월을 중심으로 1988, 1989, 1990년에 실시하였다.

간석지 식물의 분포지역은 간조시 해안선을 기선으로 분포지역을 20m간격으로 측정하였으며, 세모고랭이 군락은 무작위로 방형구(50cm×50cm)를 설치한 후 방형구내의 식물을 지하부가 충분히 채취될 수 있도록 40cm 깊이까지 파내어 0.6mm의 체속에 채취물을 담고 물로 충분히 세척하여 各器官別로 또 산 부분과 죽은 부분으로 분리하여 80℃ 건조기에서 恒量이 될 때까지 건조시킨 후 秤量하였다. 방형구수는 지소당 계절별로 3개 이상의 방형구를 조사하였으며, 密度와 草丈은 영양생장이 충분히 이루어진 開化期(8월)에 방형구내의 개체수를 조사하여 밀도를 구하고, 방형구내의 각 개체의 지상부의길이를 mm까지 측정하여 평균치를 구하였다.

식물의 기재는 李(1982)에 따랐으나, 세모고랭이의 屬名을 *Scirpus*에서 *Schoenoplectus*(崔, 1983; Flora of Taiwan, 1975)屬으로 바로 잡았다.

一次純生産量(net primary productivity)은 現存量으로 부터 다음과 같이 Smally(1959)의 방법에 따라 산출하였다.

$$\Delta A = A_{t+1} + A_t \quad \Delta A ; \text{Changed of crop of living material}$$

$$\Delta B = B_{t+1} + B_t \quad \Delta B ; \text{Changed of crop of dead material}$$

- (1) if $\Delta A > 0$ and $\Delta B > 0$; prod. = $\Delta A + \Delta B$
- (2) if $\Delta A < 0$ and $\Delta B < 0$; prod. = 0
- (3) if $\Delta A > 0$ and $\Delta B < 0$; prod. = ΔA
- (4) if $\Delta A < 0$ and $\Delta B > 0$; prod. = $\Delta A + \Delta B$;
 - a. if prod. > 0 ; prod. = $\Delta A + \Delta B$
 - b. if prod. < 0 ; prod. = 0

세모고랭이 괴경의 열량은 ballistic bomb calorimeter(Gallenkamp, CBB-330)로 측정하였으며, 양이온은 550℃에서 48시간 회화시키고 이 ash를 0.1 NHCl에 녹인 후 이차 증류수로 희석하여 원자흡광분광광도계(atomic absorption spectrophotometer; Shimadzu-AA-646)로 측정하였다.

結果 및 考察

干潟地에서의 식물군락의 구성종은 세모고랭이(*S. triqueter* (L) Palla), 애기거머리말(*Zostera nana* Roth.), 갈대(*Phragmites communis* L.)이었으나, 하구언 완공 후 I 지소에 천일사초(*Carex scabrifolia* Steude.)가 침입하였다(1990.10). 수금류의 식이식물로 밝혀진 水管束植物(최, 1986)은 세모고랭이와 애기거머리말 두 종이었다(Groenendijk, 1983). 조사기간 동안 두 종의 분포지역은 많은 변화를 나타내었다(Fig. 2a, 2b).

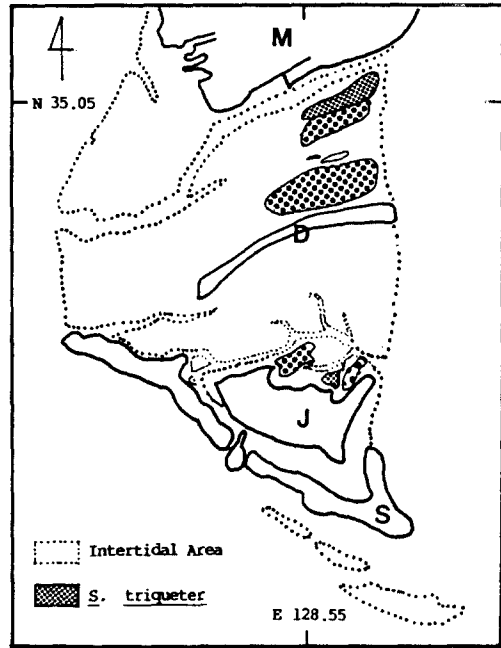
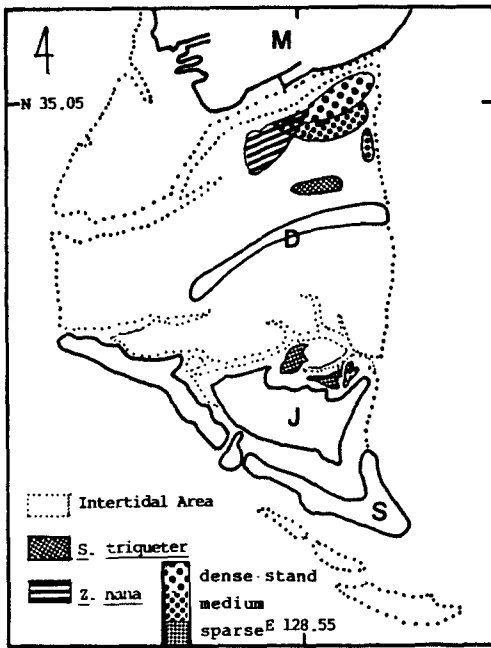


Fig. 2a. Distribution of *S. triqueter* before the construction of Nakdong Barrage, 1985.

M : Myeonghodo S : Saedeung
J : Jangjado D : Daemadeung

Fig. 2b. Distribution of *S. triqueter* after the construction of Nakdong Barrage, 1989.

M : Myeonghodo S : Saedeung
J : Jangjado D : Daemadeung

세모고랭이는 I 지소와 II 지소 및 乙淑島 하단의 干潟地에 분포하였으나, 애기거머리말은 外海에 가까운 II 지소의 물골과 乙淑島 하단 干潟地의 東과 西쪽 低地에서만 관찰되었다(1984). 그러나 1985년 7월의 조사에서 乙淑島 아래의 서쪽 干潟地와 II 지소의 북서쪽 저지에 넓게 나타났으며($10.58g \cdot DW/m^2$), 이러한 현상은 독공사를 위하여 本流의 흐름을 가물막이로 차단한 시기(NEDECO, 1986)와 일치한다. 즉 本流의 차단으로 이 지역의 염도가 상승되어(personal communication, Bae)보다 염기성 식물인 애기거머리말(Beefink, 1977)이 자랄 수 있게 된 것으로 추정된다.

세모고랭이의 密度와 草丈 및 乾重量의 변동은 Table 1에서와 같다. 1984년부터 1985년 공

Table 1. Population density, plant height, standing crop and net primary productivity of *S. triqueter* in summers of 1984~1989.

	No. of individuals (m ⁻²)				Mean height (cm)			
	'84 Aug.	'85 Jul.	'86 Jul.	'89 Aug.	'84 Aug.	'85 Jul.	'86 Jul.	'89 Aug.
Site I	270	478	NA*	385	27.2	38.3	NA*	35.5
II	243	382	276	442	28.9	37.7	31.8	26.8
I & II	256	430	NA*	413.5	28.1	38.0	NA*	31.2

	Mean dry weight (g DW · m ⁻²)				Net primary productivity (g Dw · m ⁻² yr ⁻¹)			
	'84 Aug.	'85 Jul.	'86 Jul.	'89 Aug.	'84	'85	'86	'89
Site I	50.6	46.1	120.1	155.5	45.8	87.7	113.4	145.0
II	59.4	141.0	88.1	99.2	106.4	129.2	81.8	95.1
I & II	55.0	93.6	104.1	127.4	76.1	108.5	97.6	120.0

NA* : Not available

사기간 동안은 지소에 관계없이 密度와 草丈 및 現存量이 증가하였으며 1986년에는 감소경향을 나타내었고, 河口堰 완공후 1989년에는 I 지소는 개체수가 감소하고 草丈와 現存量이 증가하였으며, II 지소에서는 개체수는 증가하는데 草丈과 現存量은 오히려 감소하였다.

Smally의 방법에 따른 一次純生産量(Table 1)은 여러가지 방법에 따른 염습지 식생의 생산량 측정에서 종에 따라 Wiegert-Evans(1964)방법에 의한 것보다 54~70%의 낮은 값을 나타내며(Groenendijk, 1987), 뿐만 아니라 각 기관별로 Minimum-Maximum 방법으로 부터 산출한 값보다도 더욱 낮은 값을 나타내므로 (Balsberg, 1982) 실제의 一次純生産량은 더 높을 것으로 사료되며, 보다 정확한 결과를 얻기 위하여 조사기간의 단축이 요구된다.

보통 塩濕地에서의 純生産량의 범위는 0.5~1Kg DW · m⁻² yr⁻¹(Mann, 1982)이므로 본 조사에서의 세모고랭이의 생산성은 낮은 종에 속한다. 그러나 *Scirpus americanus*의 150g DW · m⁻² yr⁻¹(Boyd, 1976)과 근사치를 나타내었다. 河口堰 건설공사 기간인 1984년도에 비해 1986년동안과 완공 이후 시기인 1989년의 순생산량을 비교해 보면 I 지소에서는 계속 증가하였으나 II 지소에서는 1984년도에 비해 1985년에는 121.4%로 증가하였고, 1986년도에는 전년도의 63.3%로 감소하였으며, 완공 이후 점차 안정된 시기인 1989년에는 1988년에 비해 증가추세를 보이지만 1984년의 89.4%로 공사 이전에 비해 감소하였다. 이러한 변동은 I 지소와 II 지소의 가중치 평균에서도 동일하였다. 그러나 두 지소의 평균은 공사 이후 증가하였다.

각 지소별 現存量의 변화와 각 기관의 전체현존량에 대한 백분율은 Table 2에서와 같다. 각 지소간에는 현존량의 유의한 차이를 나타내지 않았다. 세모고랭이는 4월말부터 5월초에 塊莖의 새싹(turion)으로부터 성장하기 시작하며 1989년 3월의 평균 現存量은 9.79 · DW/m²으로 塊莖이 55.8%를 차지한다. 현존량의 계절적 변화는 Fig. 3A, Fig. 3B 및 Fig. 3C에서와 같이 3월 이후 5월에 이르는 동안 지하 塊莖의 現存量은 감소하고 지상부의 새로운 稈(culm)이 증가한다. 5월 이후에 급격한 성장을 나타내고 이러한 증가는 지상부의 現存量(51.8%)이 지

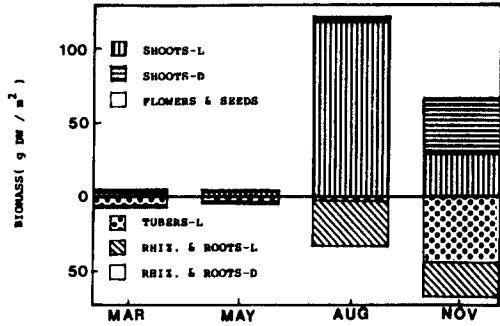


Fig. 3a. Seasonal changes in standing crop of aboveground and underground organs of *S. triquetar* in 1989 (Site I).

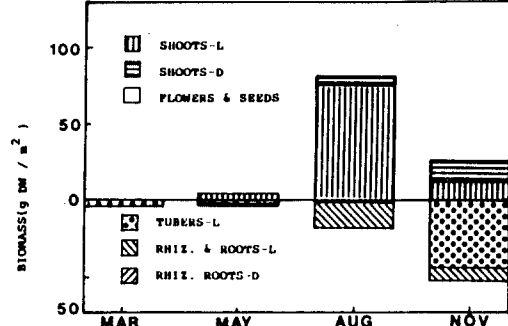


Fig. 3b. Seasonal changes in standing crop of aboveground and underground organs of *S. triquetar* in 1989 (Site II).

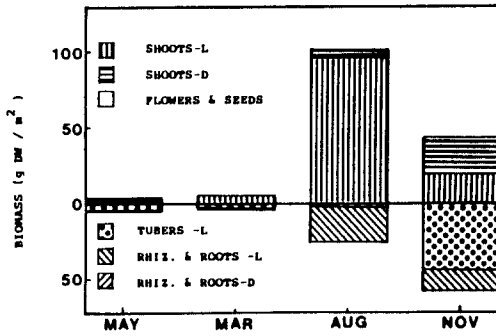


Fig. 3c. Seasonal changes in standing crop of aboveground and underground organs of *S. triquetar* in 1989 (Site I & II pooled).

하부의 뿌리와 根莖(48.2%)보다 큰 생산구조를 나타내었다. 8월부터 지상부의 개화, 종자형성(0.6%)과 함께 지하부에 광합성산물을 저장하며, 그 이후 지상부는 조석의 영향과 뜨거운 태양 때문에 선단부 부터 수중에 잠기지 못하는 일정 길이 만큼 특징적으로 枯死하여 죽은 잎의 양이 커지고, 10월에 이르면 지상부의 약 55.8%가 枯死하고, 地下塊莖은 최대치에 이른다. (Table 2).

세모고랭이는 유성생식과정의 종자생산에 의한 번식보다 塊莖에 의한 번식으로 빨리 생육지를 확보하여 군락을 확장해 간다. 괴경은 고니류의 食餌物로서 영양분석 결과 粗蛋白質 7.

10%, 粗脂肪 2.12%, 灰分 5.38%로 炭水化合物이 72.90%이었으며 열량은 4.0kcal/이고 회화시킨 괴경은 특유의 붉은 빛을 띄며, 양이온분석 결과 Fe 365.3mg/g, Na 171.5mg/g, K 185.8mg/g, Ca 70.6mg/g, Mg 25.3g/mg, Zn 4.28g/mg으로 Fe가 특히 높았다.

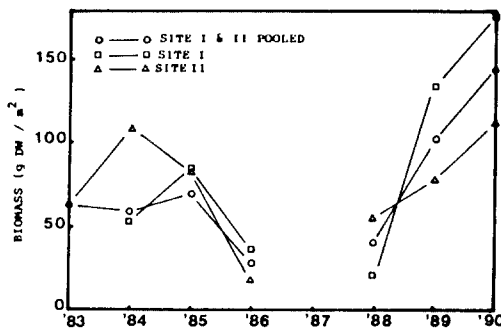
고니류의 食餌物인 세모고랭이 塊莖의 現存量을 철새들이 도래하기 시작하는 10월을 중심으로 河口堰工事前(尹, 1987)과 河口堰 건설 이후를 비교하면 1983년(6.78g DW · m⁻²)에서 1984, 1985년까지 증가하였으며, 1986년에는 급격히 감소하여 1983년의 81% 수준이었다. 완공후의 1988년에는 1983년보다 높은 0.79g DW · m⁻²으로 1983년의 159%로 증가되었으며, 1989년에는 폭발적으로 증가하였고(143.48g DW · m⁻²), 1990년에는 1989년보다 감소하였다 (Fig. 4).

河口堰 건설 당시에 河口生態系의 변화 가운데 水禽類의 食餌植物이 감소할 것으로 예상하였으나 下端과 長林쪽의 干潟地는 매립되어 없어졌으나, 일부 干潟地가 확장되고 乙淑島 아래의 干潟地는 더욱 안정되어졌다. 세모고랭이의 現存量은 공사기간 동안 심한 변동을 나타내었지만 완공후에 오히려 증가하였다. 그러나 塩濕地 植生은 creek bank로 부터 멀어질수록

Table 2. Seasonal changes in standing crop(g/DW/m²) of *S. triqueter* in Nakdong Estuary.

SITE I	Mar-'89		May '89		AUG-'89		Nov-'89	
	DW	%	DW	%	DW	%	DW	%
Total	12.26		10.49		155.46		133.56	
Living	10.36	84.47	10.03	95.58	152.81	98.30	95.89	71.80
Dead	1.90	15.53	0.46	4.42	2.65	1.70	37.67	28.20
Aboveground	4.77	0.39	4.79	0.46	122.02	0.78	66.19	0.50
Shoots-L	2.87	23.38	4.33	41.22	118.70	76.35	28.52	21.35
Flower&Seeds	1.90	15.53	0.46	4.41	2.57	1.65	37.67	28.20
Flower&Seeds	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.48	0.00	0.00
Belowground	7.49	61.09	5.70	54.36	33.44	21.51	67.37	50.44
Root & L	1.01	8.20	1.54	14.68	29.43	18.93	23.35	17.48
-D	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.05	0.00	0.00
Tuber L	6.49	52.89	4.16	39.68	3.94	2.53	44.02	32.96
-D	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

SITE II	Mar-'89		May-'89		AUG-'89		Nov-'89	
	DW	%	DW	%	DW	%	DW	%
Total	4.60		8.97		99.16		78.31	
Living	3.40	73.91	8.58	95.66	93.88	94.67	63.80	81.47
Dead	1.20	26.09	0.39	4.34	5.28	5.33	14.51	18.53
Aboveground	1.20	0.26	5.19	0.58	81.24	0.82	26.98	0.34
Shoots-L	0.00	0.00	4.80	53.55	75.32	75.96	12.47	15.93
Flower&Seeds	1.20	26.09	0.39	4.34	5.28	5.33	14.51	18.53
Flower&Seeds	0.00	0.00	0.00	0.00	0.64	0.65	0.00	0.00
Belowground	3.40	73.91	3.78		17.92		51.32	
Root & -L	0.00	0.00	1.64	18.31	17.02	17.17	8.28	10.57
-D	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tuber -L	3.40	73.91	2.14	23.80	0.90	0.90	43.04	54.97
-D	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**Fig. 4.** The Changes of standing crop of *S. triqueter* in Oct. from 1983 to 1990 each year.

生産量과 草丈이 낮아지고, Nestler는 그 이유를 土壤水의 塩度에 의한다고 강조하였다. 세모고랭이의 성장과 강수량과는 밀접한 관계가 있으므로(尹, 1987) 완공 이후 1989년 및 1990년 現存量의 증가는 강수량의 증가가 크게 영향을 미쳤으리라 사료된다. 이러한 관점에서 河口堰 이하의 지역생태계에 미치는 영향을 최소화하기 위하여, 일정한 수위 이상의 넘쳐 흐르는 물 뿐만 아니라 울속도의 동쪽 하도의 수문과 서쪽 하도의 수문 및 죽림강의 녹산수문도 적정량을 차례로 조절하여 임의의 방류하여야 할 것으로 사료된다.

塊莖의 生産은 철새도래지로서의 고니류의 收容力(carrying capacity)과 관련된다. 전체적으로 塊莖의 現存量은 증가되었으며, 괴경의 10월 현존량의 증가는 이 시기에 도래하는 고니류의 取食可能量(food available standing crop)이 증가로, 매년 도래한 고니류의 센서스는 없으나, 食物供給量으로 볼때 環境收容力(carrying capacity)이 증가한 것으로 추정된다. 따라서 이 지역은 철새도래지로서 서식환경의 지속적인 保護와 관리가 요청된다.

摘 要

洛東江 河口堰 건설 이후의 干潟地 植生の 변화를 알기 위하여 식생의 분포와 生産性 및 現存量을 조사하여 河口堰 건설 前과 비교한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

干潟地 I 지소의 상부에 草丈이 길고 密度가 높았던 군락(1985. 7)이 草丈과 密度가 낮아졌으며, 하부에 개척자 단계의 세모고랭이 군락이 확장되고 密度와 草高 및 現存量이 증가하였다.

干潟地 II 지소의 자연제방 부분에 사토가 퇴적되어 확장되고 干潟地面이 높아졌다. 동쪽부분(sandy area)의 세모고랭이 군락은 증가하고 중앙부(muddy area)의 세모고랭이는 쇠퇴되어 現存量이 감소하였다. 서쪽부분의 干潟地(sandy area)는 확장되고, 증가되었다.

河口堰 건설공사 동안 密度, 草丈, 現存量 및 一次純生産量은 심한 변동을 나타내었으며, 공사초기(1984)에 비해 공사 이후 1988년, 1989년의 총현존량(total standing crop)과 괴경의 현존량은 증가하였으나, 1990년에는 1989년보다 약간 감소하였다. 세모고랭이 塊莖의 現存量을 철새들이 도래하기 시작하는 10월을 중심으로 河口堰工事 前(尹, 1987)과 河口堰 건설 이후를 비교하면 1983년부터 '84, '85년까지 증가하였으며, 1986년에는 급격히 감소하여 '83년의 81% 수준이었다. 완공후의 1988년에는 1983년보다 높은 0.79g DW · m⁻²으로 83년의 159%로 증가되었으며, '89년에는 폭발적으로 증가하였고 '90년에는 '89년보다 약간 감소하였다.

引 用 文 獻

- 權赫在. 1973. 洛東江 三角洲의 地形研究. 地理學, 8: 8-23.
- 金鐘元. 1978. 洛東江 河口的 植物相. In: 이종근, 이경희, 김종원, 낙동강유역의 환경오염과 자연보존에 관한 생물학적 연구(I. 하류편). 문교부, 65-81.
- 金俊鎬 · 金薰洙 · 李仁圭 · 金鐘元 · 文炯泰 · 徐桂弘 · 金元 · 權道憲 · 劉順愛 · 徐榮倍 · 金永相. 1982. 洛東江 河口 生態系의 構造와 機能에 관한 研究. 서울大 自然大 論文集, 7: 121-163.
- 文炯泰 · 金俊鎬. 1985. 洛東江 河口 沙洲植生の 遷移에 관한 研究.
I. 植生과 土壤, 環境, 生物學會紙, 28: 79-93.
II. 植物 形成과 種間相關. 植物學會紙, 29: 191-198.
- 潘鏞夫. 1984. 洛東江 河口的 干潟地. 地理學 연구, 9: 101-156.
- 潘鏞夫. 1986. 洛東江 河口 沿岸沙洲地形. 釜山女大 論文集, 21: 463-518.
- 吳桂七. 1970. 洛東江 河流 陸地生態系의 定量生態學的 分析. 韓國自然保護研究會 調查報告, 2: 59-76.

- 尹解順·元炳午. 1985. 洛東江 河口的 水禽類의 먹이 植物에 관한 研究.
-水生管束植物을 中心으로- 東亞大 基礎科學研究 論文集, 2: 41-50.
- 尹解順. 1987. 洛東江河口에서의 水禽類 食餌植物의 現存量과 利用에 관한 研究. 博士學位論文. 慶熙大 大學院, 132pp.
- 産業基地開發公社. 1985. '84洛東江 河口 生態系調查(1차), 428pp.
- 元炳午. 1983. 洛東江 河口的 鳥類. 河口堰과 土地埋立事業의 生態學的 評價. 慶熙大 論文集. 12: 67-84.
- 李昌福. 1982. 大韓植物圖鑑. 鄉文社, 서울. 990pp.
- 鄭英昊·崔鴻根. 1983. 洛東江 河口的 濕生植物 및 水生植物 區系와 分布. 植會誌, 26: 197-206.
- 鄭英昊·鄭泳喆. 1984. 洛東江 河口堰 隣接地域의 植物區系와 綠地自然圖 査定 自然保存, 47: 27-38.
- 崔鴻根. 1986. 韓國產 水生管束植物誌, 博士學位論文. 서울대 대학원. 272pp.
- Balsberg, A.M. 1982. Plant biomass, primary production and litter disappearance in a *Filipendula ulmaria* meadow ecosystem and the effect of cadmium. *Oikos* 38: 72-90.
- Beeftink, W.G. 1977. The coastal salt marshes of Western and Northern Europe, an ecological and phytosociological approach. In: *Wet coastal ecosystems* (Chapman, V. J. ed.). 109-155. Elsevier, Amsterdam.
- Boyd, C.E. 1976. Production mineral accumulation and pigment concentration in *Thypha latifolia* and *Scirpus americanus*. *Ecology*, 51: 902-906.
- Chapman, V.J. 1977. *Wet coastal ecostal ecosystem*. Elsevier Scientific Publishing Comp, Amsterdam.
- Doornbos, G. 1983. Nakdong estuary barrage and reclamation project. Preliminary result on the ornithological part of the environmental programme. Delta Institute-NEDECO. 38pp.
- Doornbos, G., A.M. Groenendijk and Y.W. Jo, 1986. Nakdong estuary barrage and reclamation project: Preliminary results of the botanical, Macrozoobenthic and ornithological studies. *Biological Conservation*, 38: 115-142.
- Eynsink, W.D. 1983. Nakdong estuary barrage and land reclamation. Morphological aspects. *Wat. Sci. Technol*, 16: 233-241.
- Goldman, C.R. and A.J. Horne. 1983. *Limnology*. McGraw-Hill, Inc. New York. 317-340.
- Groenendijk, A.M. 1983. Nakdong estuary barrage and reclamation project. Survey on vegetation composition and foodplant biomass for water-fowl in the Nakdong estuary. Delta Institute NEDECO. 13pp.
- Groenendijk, A.M. 1985. Nakdong estuary barrage and reclamation project. Foodplant biomass and feeding behaviour of waterfowl in the Nakdong estuary: Emphasis on the Polder Area. Delta Institute-NEDECO. 20pp.
- Groenendijk, A.M. and H.S. Yoon, 1985. Nakdong estuary barrage and reclamation

- project. Evaluation of one year research on the food plant biomass for waterfowl in the Nadong estuary. Republic of Korea. Delta Institute-NEDECO. 56. pp.
- ISWACO(Industrial Sites & Water Resources Development Corporation), 1985. The ecological baseline studies in the estuary of Nakdong River. 135-158.
- Mann, K.H. 1982. Ecology of coastal waters. A system approach. Blackwell Scientific Publication. Oxford. 18-22.
- NEDECO(Netherlands engineering consultants.). 1986. Nakdong estuary barrage and reclamation project environmental protection. Final report. ISWACO(Industrial Sites and Water Resources Development Corporation). II. 117pp.
- Nestler, J. 1977. Interstitial salinity as a cause of ecophenic variation in *Spartina alterniflora*. Estuar. Coast. Man. Sci, 5 : 707-714.
- Odum, E.P. and M.E. Fanning. 1973. Comparisons of the productivity of *Spartina alterniflora* and *S. cynosuroides* in Georgia Coastal Marshes. Bull. Georgia Acad. Sci, 31 : 1-12.
- Ranwell, D.S. 1961. *Spartina* Marshes in Southern England. 1. The effects of sheep grazing at the upper limits of *Spartina* marshes in Bridgwater Bay. J. Ecol, 49 : 325-340.
- Ranwell, D.S. 1972. Ecology of salt marshes and sand dunes. Chapman & Hall, London. 258pp.
- Smally, A.E. 1959. The growth cycle of *Spartina* and its relation to the insect population in the marsh. In : Proc. Salt Marsh Conf. (Ragotzkie, R.A., J.J. Teal, L.K. Pomeroy and D.C. Scott, eds.). Antens : Univ. Georgia. 96-100.
- Won, P.O. 1986. Birds on the Nakdong estuary. Bull. Inst. Ornithology. Kyung Hee University 1 : 1-37.

(1991年 1月 24日 接受)