

## 錦江河口 潮間帶 底棲生物群集의 에너지 流轉

金俊鎬 · 趙京濟 · 金智植\*

(서울대학교 自然科學大學 植物學科, 群山大學 生物學科\*)

### Energy Flow of Benthic Community at the Intertidal Zone of Kŭm River Estuary

Kim, Joon-Ho, Kyung-Je Cho and Chi Shick Kim\*

(Dept. of Botany, Seoul Natl. Univ. and Dept. of Biology, Kunsan College\*)

#### ABSTRACT

Biomass, carbon, nitrogen and phosphorus standing crops of benthic community were estimated at the trophic levels in the intertidal zone of Kŭm river estuary.

Annual mean biomass of zoobenthos was 130.5 g/m<sup>2</sup>, body fraction 26.7 g/m<sup>2</sup> and shell fraction 103.8 g/m<sup>2</sup>. Biomass estimated as ash-free dry weight was total 28.9 g/m<sup>2</sup>, body fraction 20.2 g/m<sup>2</sup> and shell fraction 8.7 g/m<sup>2</sup>. Carbon standing crops of zoobenthos were 15.9 g C/m<sup>2</sup>, in which organic carbon content was 7.0 g C/m<sup>2</sup> and carbonate carbon was 8.9 g C/m<sup>2</sup>. Production efficiency by carbon standing crops from sediment to herbivores was 3.8% and that from herbivores to carnivores was 29.0%. Protein content of herbivores and carnivores were 20 g/m<sup>2</sup> and 1 g/m<sup>2</sup>. Primary and secondary transfer efficiency of protein were 4.1% and 6.3%, and 10.6% and 16.0% in phosphorus, respectively. Annual primary production of benthic algae was crudely estimated to 329 g·dw/m<sup>2</sup>/yr by using the biomass and turn-over rate of benthic algae.

#### 緒 論

個體群의 에너지 함량은 生物量, 個體數 및 대사량 보다 포괄적인 의미를 가지며, 개체군의 營養段階에 따른 에너지 流轉은 群集내의 각 개체군의 機能의 尺度가 된다.

생태계의 에너지 流轉에 관하여 Lindeman(1942)이 개념을 확립한 후 個體群수준(Odum and Smalley, 1959; Smalley, 1960)과 群集수준(Odum, 1957; Teal, 1962)에서 자료가 수집되어 왔다. 한국에서는 鄭과 金

(1982)이 연못 생태계에서, 金과 柳(1985)가 해안 鹽濕地 群落에서 에너지 流轉을 조사하였다.

본 연구에서는 河口에 인접한 上部潮間帶의 底棲群集의 生物量, 炭素, 窒素 및 磷의 現存量과 아울러 生物量으로부터 에너지 流轉을 파악하였다.

#### 調査地 및 調査方法

본 연구를 수행한 장소와 조사정점은 前報에서 밝힌 錦江河口의 內草島와 서방바위 사이의 上部潮間帶이다 (金과 趙, 1985).

底棲動物의 채집은 PVC원통(직경 15.5cm, 단면적 188.6cm<sup>2</sup>, 높이 40cm)을 각 정점의 底土에 가급적 빨리 수직으로 박은 후 뽑아내어 그 속의 흙을 1mm 눈목의 체에 옮겨 물로 씻으면서 분리하였다. 예비조사에서 底棲動物의 採集面積과 累積種數의 관계를 본 결과 1000cm<sup>2</sup>에서 出現種의 100%가 채집되었으므로 5개의 원통(943cm<sup>2</sup>)을 1정점의 채집면적으로 정하였다(Fig. 1). 저토의 깊이에 따른 種數는 5~10cm 깊이마다 채집한 결과 20cm 깊이에서 모래밭(sandflat)은 100%, 진흙밭(mudflat)은 84%가 채집되었으므로 採集深度를 25cm로 정하였다. 底棲動物의 채집은 1983년 9월부터 1984년 5월까지 이루어졌다.

底棲動物體의 炭素含量은 貝類는 肉質(body)과 貝殼(shell)으로 분리하고 介類는 몸 전체를 80°C 건조기에서 건조시켜 분말로 만든 후 前報(金과 趙, 1985)의 토양분석과 같은 방법으로 炭酸鹽炭素(car-C)와 有機炭素(org-C)로 분리하여 정량하였다. 有機窒素(org-N)는 micro-Kjeldahl법으로 측정하였고, 磷(P)은 동물체 분말을 灰化시킨 후 0.2N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>로 추출하여 stannous-reduced molybdophosphoric blue color법으

로 比色정량하였다. 동물체의 熱量은 분말 0.5g을 pellet으로 만들어 oxygen calorimeter(Parr Adiabatic)로 측정하였고, 灼熱損失量(ash-free dry weight)은 600°C 전기로에서 태운 減量을 계산하였다. 동물체의 生物量은 乾物量과 灰分을 제거한 灼熱損失量인 유기물로 산출하였다.

## 結 果

底棲動物의 個體群 密度 6회에 걸쳐 조사지(약 60 ha)에서 채집된 底棲動物은 17종으로 同定되었다. 腕足動物 1종, 軟體動物 11종, 環形動物 1종류, 節肢動物 4종이었다(Table 1). 이 중 갯지렁이류는 分類同定하지 않고 한 무리로 다루었다. 底棲動物 중에서 개맛(*Lingula unguis*), 왕좁쌀무늬고둥(*Reticunassa festiva*), 대복(*Gomphina veneriformis*) 및 갯지렁이류는 거의 모든 定點에서 채집되었다. 단위면적당 평균 개체수는 개맛이 가장 많고 대복, 황해비단고둥(*Umbonium thomasi*), 갯지렁이류, 왕좁쌀무늬고둥의 순으로 적어졌다. 이처럼 개체가 많은 이유는 이들이 어민에 의해 포획되지 않음으로써 교란되지 않는 自然分布를 하기 때문이다. 그러나 포획당하는 말뚝합(*Meretrix petachialis*), 바지락(*Tapes philippinarum*), 맛조개(*Solen strictus*) 등 軟體動物은 분포가 불규칙하였다.

본 조사지의 저서동물은 황해비단고둥이나 왕좁쌀무늬고둥과 같은 表在性底棲動物(epifauna)과 개맛, 대복, 맛조개 및 갯지렁이와 같은 內在性底棲動物로 구별되는데 兩者의 生育습성은 저토의 粒度組成에 따라 棲息地分離가 일어나서 개체군 밀도에 영향을 미쳤다. 즉 내재성인 개맛과 갯지렁이는 silt-clay 함량이 많은 진흙밭에서 밀도가 높은 경향이고, 표재성인 황해비단고둥과 왕좁쌀무늬고둥은 silt-clay 함량과 밀도 사이에 깊은 관계가 없고, 내재성이지만 표면에 나와서 攝食行動을 하는 길게는 silt-clay 함량에 관계없이 고루 분포하였다(Fig. 2). Tsuchiya와 Kurihara(1979)도 갯지렁이 밀도가 silt-clay가 많은 底土에서 작아짐을 보고하였다. 실제로 silt-clay 함량이 80% 이상의 진흙밭과 20~40%의 모래밭에서 저서동물의 個體群密度를 비교한 결과, 내재성인 개맛은 각각 59와 132개체/m<sup>2</sup>, 갯지렁이는 23과 73개체/m<sup>2</sup>, 맛조개는 3과 13개체로써 양자 사이에 큰 차이가 있었는데 표재성인 왕좁쌀무늬고둥은 각각 42와 54개체/m<sup>2</sup>로서 차이가 적었고 穴居動物인 길게(*Macrophthalmus dilatatus*)는 각

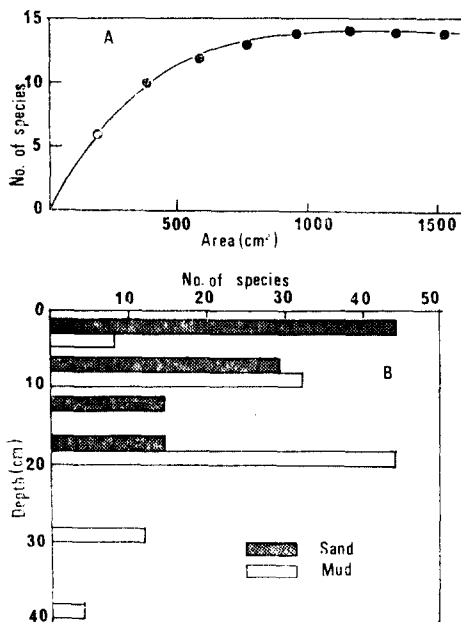


Fig. 1. Relationships between cumulative numbers of species and sample area (A) and between numbers of species and sediment depth at sand and mud flat (B).

과 41과 22개체/m<sup>2</sup>로서 진흙편에서 더 높았다. silt-clay가 많은 진흙편에 org-C가 많은데도(金과 趙, 1985), 내재성동물이 적게 사는 까닭은 저토 속이 環元狀態이기 때문이다(Aller, 1982).

**底棲動物의 生物量** 동물의 乾物量에 대한 肉質重의 비를 측정한 결과 개맛은 47.4%, 왕좁쌀무늬고둥 10.4%, 황해비단고둥 12.7%, 말백합 5.6%, 맛조개 23.7%, 동죽 7.0% 그리고 바지락 5.9%이었다(Table 1). 육질/패각의 비를 이용하여 각 저서동물의 총 건물량을 육질과 패각으로 구분한 결과 육질의 평균 총건물량은 26.7g/m<sup>2</sup>이고 패각은 103.8g/m<sup>2</sup>으로 육질이 20.5%를 차지하였다. 이 중 말백합과 펼조개는 개체밀도

가 낮고 불규칙하게 분포하였지만 개체당 건물량이 많아서 生物量을 증가시키는데 이바지하였다. 底棲動物體에서 灰分을 제외한 現存有機物量을 알아보기 위하여 灼熱損失量을 측정한 결과 왕좁쌀무늬고둥과 황해비단고둥의 육질은 68%와 57%이고, 여타동물의 것은 77~87% 범위였고, 개맛의 패각은 59%, 여타동물의 패각은 평균 4.1%였다. 이 軟體動物의 灼熱損失量은 *Tegula funebris*의 패각의 1.1%보다 약 4배 많았다(Paine, 1971). 각 동물의 灼熱損失量을 이용하여 진정한 現存有機物量을 산출한 결과 육질은 20.2g/m<sup>2</sup>, 패각은 8.7g/m<sup>2</sup>으로써 육질부분이 전체의 70%를 차지하였다. 특히 개맛은 저서동물의 총건물량의 21%, 現存有機物量의 59%를 차지하였다.

**Table 1.** Annual mean individual numbers and biomass of the intertidal zone of Küm river estuary (n=46, + : less than 1)

Species	Annual mean individuals (No/m <sup>2</sup> )	Annual mean biomass					
		Dry wt. (g/m <sup>2</sup> )			Ash-free dry wt. (g/m <sup>2</sup> )		
		Body	Shell	Total	Body	Shell	Total
<b>Brachiopoda (완족동물)</b>							
<i>Lingula unguis</i> (개맛)	123	12.8	14.2	27.0	11.2	5.8	17.0
<b>Mollusca (연체동물)</b>							
<i>Umbonium thomasi</i> (황해비단고둥)	66	3.4	23.0	26.4	1.9	0.7	2.6
<i>Cerithium kobelti</i> (귀뚜라미고둥)	8	0.2	1.6	1.8	0.1	0.1	0.2
<i>Reticulnassa festiva</i> (왕좁쌀무늬고둥)	56	1.5	12.6	14.1	1.0	0.5	1.5
<i>Anodonta woodiana</i> (펼조개)	+	0.4	5.9	6.3	0.3	0.2	0.5
<i>Dosinorbis japonicus</i> (떡조개)	2	0.2	3.6	3.8	0.2	0.1	0.3
<i>Gomphina veneriformis</i> (대복)	78	0.5	9.0	9.5	0.4	0.2	0.6
<i>Meretrix petachialis</i> (말백합)	4	1.2	20.7	21.9	1.0	0.5	1.5
<i>Tapes philippinarum</i> (바지락)	5	0.1	2.3	2.4	0.1	0.1	0.2
<i>Macra veneriformis</i> (동죽)	2	0.4	5.6	6.0	0.3	0.2	0.5
<i>Raeta rostralis</i> (쇠개랑조개)	2	0.2	2.8	3.0	0.2	0.1	0.3
<i>Solen strictus</i> (맛조개)	11	0.8	2.5	3.3	0.7	0.2	0.9
<b>Annelida (환형동물)</b>							
Polychaetous annelids (갯지렁이)	57	1.4	—	1.4	1.1	—	1.1
<b>Arthropoda (절지동물)</b>							
<i>Callianassa japonica</i> (쏙붙이)	4	0.3	—	0.3	0.1	—	0.1
<i>Macrophthalmus dilatatus</i> (길게)	20	2.9	—	2.9	1.4	—	1.4
<i>Macrophthalmus japonicus</i> (철게)	2	0.2	—	0.2	0.1	—	0.1
<i>Ilyoplax deschampsii</i> (펼콩게)	4	0.2	—	0.2	0.1	—	0.1
<b>Total</b>	<b>444</b>	<b>26.7</b>	<b>103.8</b>	<b>130.5</b>	<b>20.2</b>	<b>8.7</b>	<b>28.9</b>

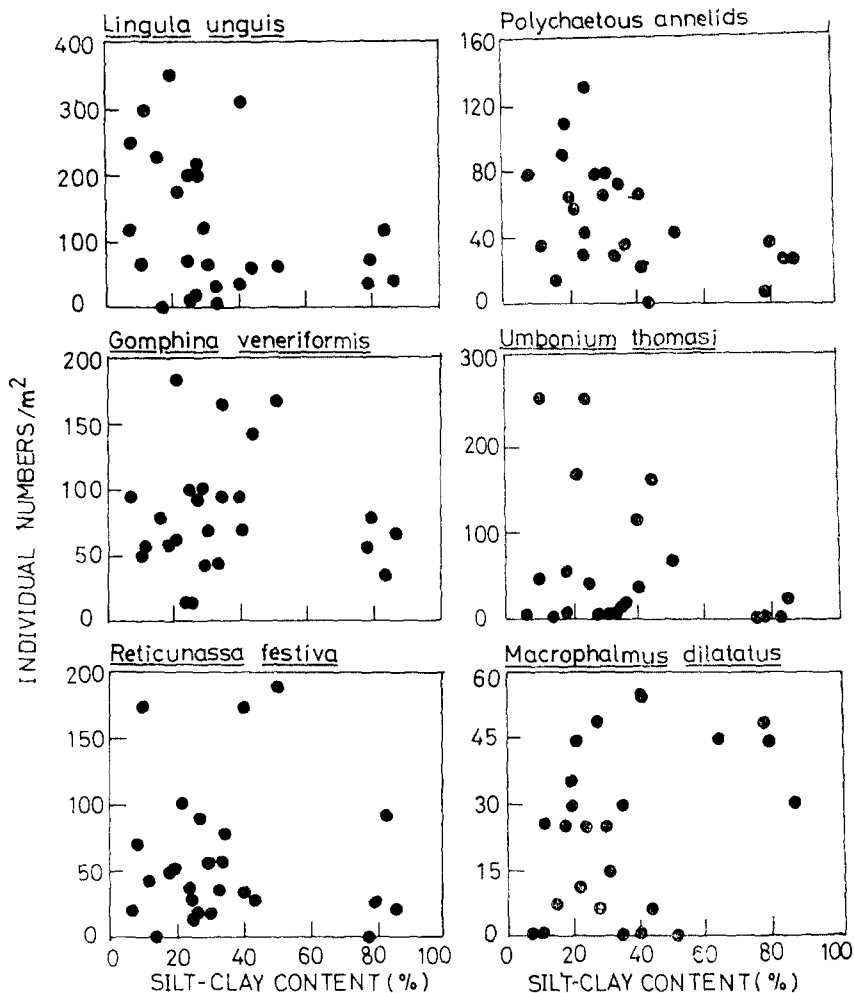


Fig. 2. Relationships between individual numbers of zoobenthos and silt-clay content of sediment.

底棲動物의 炭素, 窒素, 磷 및 칼로리量 저서동물의 체내에 함유된 단위 g당 org-C과 car-C함량은 개맛의 패각에는 org-C가 18%나 함유되어 있지만 car-C는 전혀 포함되지않아 패각이 유기물질로만 구성되어 있음을 알 수 있다(Table 2). 그러나 황해비단고둥을 비롯한 다른 동물의 패각 속에는 car-C가 포함되어 있다. Table 1의 각 종의 生物量과 Table 2의 org-C 및 car-C함량에서 단위면적당 org-C와 car-C의 현존량을 계산한 결과를 Fig. 3에 표시한다. org-C 現存量은 개맛이 3.85 g C/m<sup>2</sup>으로 전 org-C의 55%로써 가장 많았고, 황해비단고둥, 왕좁쌀무늬고둥, 길게, 말뚝합이 각각 0.67, 0.47, 0.42, 0.32 g C/m<sup>2</sup>의 순으로 적어졌다. car-C 현존량은 말뚝합 2.1 g C/m<sup>2</sup>과 황해비단고둥 2.2

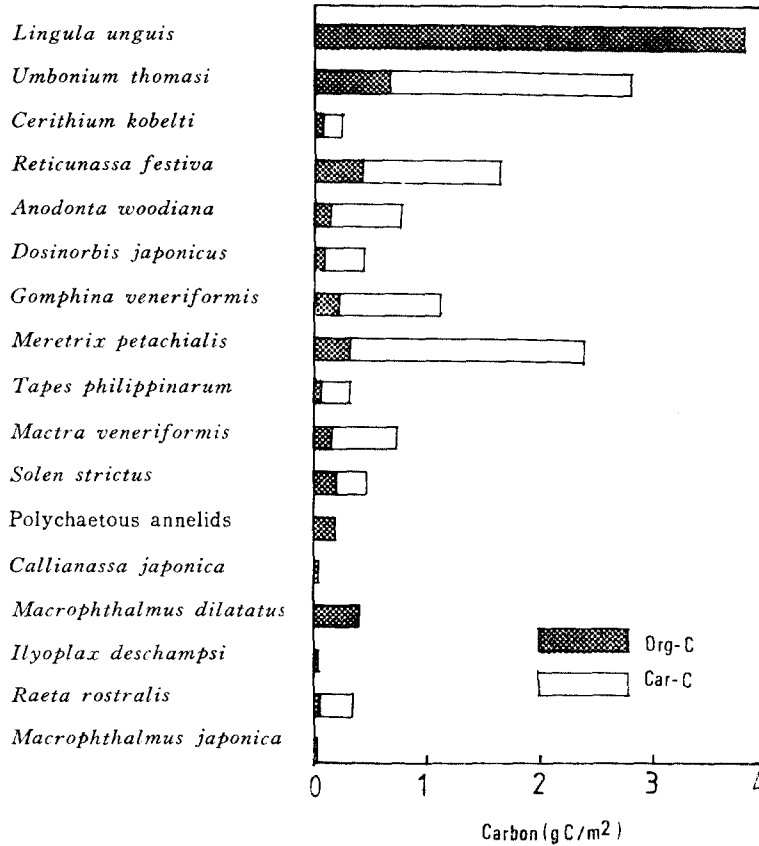
g C/m<sup>2</sup>이 비슷한 값으로 가장 많았고, 왕좁쌀무늬고둥, 대북, 펄조개의 순으로 감소하였다. 본 조사지의 底棲動物體에 포함된 전 org-C 현존량은 7.0 g C/m<sup>2</sup>로써 全炭素量의 44%이고 全 car-C現存量은 8.9 g C/m<sup>2</sup>으로 56%를 차지하였다.

저서동물체내의 단위 g당 org-N함량은 개맛의 경우 육질과 패각에 거의 비슷한 양이 포함되어 있지만 황해비단고둥을 비롯한 다른 종류의 패각에는 1~3%의 소량만 포함되어 있었다(Table 2). 이 사실은 개맛의 패각이 car-C 없이 org-C만으로 구성된 것과 관계가 있다. 저서동물의 육질의 P함량은 9.5~21.3mg P/g로 비교적 많았지만 맛조개만은 5.1mg P/g로 적었다. 패각의 P함량은 개맛이 다른동물보다 많았지만 org

**Table 2.** Contents of organic and carbonate carbon, organic nitrogen, phosphorus and caloric value for important zoobenthos in the intertidal zone, Kŭm river estuary

Species	Org-C (mg C/g)		Car-C (mg C/g)		Org-N (mg N/g)		Phosphorus (mg P/g)		Calorie (cal/g)	
	Body*	Shell	Body*	Shell	Body*	Shell	Body*	Shell	Body*	Shell
<i>Lingula unguis</i>	251.1	181.8*	0.0	0.0	130.2	133.5*	9.5	0.12*	4998	5204*
<i>Umbonium thomasi</i>	271.9	6.9	0.0	95.1	129.1	1.5	10.7	0.05	6163	8
<i>Reticunassa festiva</i>	346.1	10.1	0.0	97.4	138.3	1.9	9.7	0.05	4717	6
<i>Meretrix petachialis</i>	255.2	12.7	0.0	100.7	117.0	2.0	13.1	0.00	3943	0
<i>Solen strictus</i>	261.2	9.3	0.0	104.4	150.2	4.5	5.1	0.04	—	—
<i>Macrophthalmus dilatatus</i> <sup>+</sup>	300.4	—	—	—	102.1	—	21.3	—	2930	—
Polychaetous annelids	170.0	—	—	—	105.1	—	12.1	—	—	—

\* Ash-free dry weight; + Including exoskeleton



**Fig. 3.** Organic and carbonate carbon content of zoobenthos taxa in the intertidal zone.

-C함량에 비하면 극히 소량을 함유하였다. 이 결과는 Kuenzler(1961)가 mussel개체군에서 측정된 P 함량 0.6~1.0%보다 많았다. 초식동물과 육식동물의 단위

면적당 org-N 및 P 현존량은 각각 3.2 g N/m² 및 0.2 g P/m²와 0.2gN/m² 및 0.012 g P/m²이었다(Fig. 4).

저서동물의 灰分을 除去한 肉質(灼熱損失量)의 熱量

은 황해비단고둥이 약 6kcal/g로 특히 높았고, 길게가 약 3kcal/g으로 적었으며 여타 동물은 약 5kcal/g이었다. 모든 동물의 평균 熱量은  $5,205 \pm 50 \text{ cal/g}$ 이었는데 이 값은 Slobodkin과 Richman (1961)이 17종의 부척추동물에서 측정 한  $5,826 \pm 554 \text{ cal/g}$ 보다 적었다.

**底土의 營養素含量과 그 移動** 본 조사지의 底土의 단위용적당 영양소함량은 진흙펄과 모래펄의 容積密度 (bulk density)의 측정치 1.143과 1.379 그리고 저토의 g당 영양소함량(金과 趙, 1985)을 이용하여 계산하였다. 저서 동물이 생육하는 30cm 깊이까지의 저토의 org-C, org-N 및 P 함량은 각각  $368 \text{ g C/m}^2$ ,  $78 \text{ g N/m}^2$  및  $2 \text{ g P/m}^2$ 이었다 (Fig. 4).

왕좁쌀부리고둥을 제외한 채집된 모든 동물은 해수 중의 유기물, 플랑크톤과 저토 표면의 부착조류 및 腐泥質을 섭식하는 것이 관찰되었는데 편의상 이들을 草食動物 (herbivore)로 간주하고, 왕좁쌀부리고둥은 황해비단고둥 등 다른 동물의 貝殼을 뚫어 잡아먹는 현상이 관찰되었으므로 이것은 肉食動物 (carnivore)로 간주하여 營養段階를 구별하였다. 草食動物과 肉食動物

動率이 질소나 탄소의 이동율보다 컸다.

## 論 議

진술한 底棲動物의 밀도는 본 조사지와 비슷한 환경의 낙동강 하구 底土에서 조사된 저서동물의 밀도 4,000~16,000개체/ $\text{m}^2$ (金 등, 1982)나 안면도 해안 岩盤 지역의 것 160~46,000개체/ $\text{m}^2$ (李 등, 1984)보다 훨씬 작았다. 그런데 본 조사지의 출현 종수는 낙동강 하구의 20種과는 비슷하였지만 안면도의 80種보다는 적었다. 본 조사지의 저서동물의 種組成과 비교하면 낙동강 하구와는 완전히 일치하지 않았고 안면도와는 왕좁쌀부리고둥 1種만 일치함으로써 조사지 사이의 種의 유사도는 전혀 찾아볼 수 없었다. 이런 현상은 해안저서동물의 分布가 물리화학적 및 지리적 환경의 차이에 따라 크게 차이를 시사한다. 다른 조사지에서는 저서동물의 現存生物量이 밝혀지지 않았지만 개체밀도에서 추정 한 본 조사지의 生物量은 대단히 적었다. 그 원인의 하나는 인간에 의하여 다량의 可食用貝類가 포획되고 있는 것과 관계가 있다.

저토의 영양소인 P, N 및 C는 底棲生物에 공급되는데 그 P 함량  $5.98 \sim 10.42 \mu\text{g P/g}$ 은 만조시 해수의 P 함량  $18 \sim 39 \mu\text{g P/l}$ 보다 100~500배 많았다(金과 趙, 1985). 이 결과로 보아 저토의 P는 해수에 공급되고 있음을 알 수 있다(Pomeroy *et al.*, 1965). 한편 저토로부터 底棲動物로의 P 이동을 10.6%는 N와 C 이동을 4.1%, 3.8%보다 높았고, 生物地化學에 있어서 P는 沈澱型이지만 이 경우 再循環되는 것으로 생각된다. 저토로부터 초식동물로의 N(단백질)의 이동율 4.1%는 C의 이동을 3.8%보다는 높은 것으로 보아 N은 물질순환이 활발함을 알 수 있다. 본 조사지에서 단위 면적당 蛋白質 生産量을 밝히기 위하여 org-N 함량에 6.25를 곱하여 粗蛋白質量을 계산한 결과 草食動物과 肉食動物은 각각  $20 \text{ g/m}^2$  및  $1 \text{ g/m}^2$ 이었다. 영양단계 사이의 生産效率(production efficiency)을 生産者-草食動物과 草食動物-肉食動物 단계에서 각각 10%와 20%로 간주하고(Odum, 1983), 본 조사지의 초식동물과 육식동물의 단백질 함량을 生産者의 순생산량으로 逆算하면 다음과 같다. 즉,  $20 \text{ g/m}^2$ 의 초식동물의 단백질은 200g의 生産者의 기초생산에서,  $1 \text{ g/m}^2$ 의 육식동물의 단백질은 5g의 초식동물을 거쳐 50g의 기초생산에서 전환된 셈이 되므로 소비자로 전환된 全基礎生産量은  $250 \text{ g/m}^2$ 이다. 더욱 동물에 섭식되지 못하거나

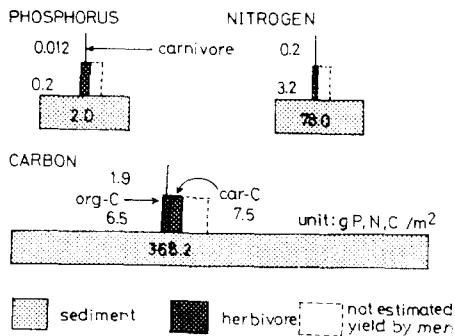


Fig. 4. Pyramids of carbon, nitrogen and phosphorus standing crops for trophic levels.

의 灰分除去한 現存有機物量 (Table 1)과 Table 2의 각 동물체의 g당 원소함량을 곱하여 계산한 영양단계별 P, N 및 C의 현존량은 Fig. 4와 같다. car-C은 영양단계에서 고위섭식자에게 이용될 수 없는 炭素이기 때문에 炭素移動率은 저위섭식자의 org-C함량에 대한 고위섭식자의 org-C+car-C함량의 비로 구하였다. 底棲動物의 炭素現存量을 이용하여 계산한 org-C이동율은 저토에서 草食動物로, 草食動物에서 肉食動物로 각각 3.8%, 29.0%였다. 각 단계에서 P와 org-N의 이동율은 각각 10.6%, 16.0%와 4.1%, 6.3%로 轉移

섭식되더라도 同化되지 못하는 기초생산을 감안하면 본 조사지의 基礎生産은  $250 \text{ g/m}^2$ 보다 훨씬 많을 것으로 추정된다. 특히 개맛의 폐각은 59%가 有機物로 구성되었고 그 중에서 13%가 org-N인데 그것을 단백질로 환산하면  $834 \text{ mg/g}$ 이었다. 개맛 이외의 軟體動物 폐각은 car-C로 구성되는 것으로 보아 개맛의 N 전환은 특이하였다.

群集의 에너지流轉은 단위면적당 개체수나 생물량 또는 단위면적당 단위시간당의 에너지량으로 파악되고 있다. 유기물(灼熱損失量)을 에너지량으로 표시하면 본 조사지의 저서동물의 단위무게당 평균 에너지량은  $5,205 \text{ cal/g}$ 이고 유기물량은  $28.9 \text{ g/m}^2$ 로 밝혔으므로 동물의 총 에너지량을  $150.4 \text{ kcal/m}^2$ 이 된다. 동물체내에 포함된 총 org-C은  $7.0 \text{ g C/m}^2$ 이었으므로  $1 \text{ g C}$ 은 약  $21.5 \text{ kcal}$ 의 열량에 해당된다. 본 조사지처럼 軟體動物의 폐각이 全生物量의 80%를 차지하는 경우 폐각의 car-C은 에너지량으로 표시될 수 없기 때문에 炭素量을 기준으로 에너지流轉을 파악하는 것이 바람직한 방법이다. 본 연구에서 탄소량을 기준으로 生産效率을 계산한 결과 生産者-草食動物 단계와 草食動物-肉食動物 단계에서 각각 3.8%와 29.0%를 얻었다. Odum(1957)이 Silver Springs의 流水生態系에서 生物量을 기준으로 두 단계의 생산효율을 계산한 결과는 각각 4.6%와 29.7%로써 양자가 일치한다. 그러나 仁川의 鹽生植物群落의 腐泥食物連鎖에서 에너지량을 기준으로 계산한 각 단계의 생산효율은 각각 0.25~0.72%와 1.0~27.8%이었고(金과 柳, 1985), 미국의 비슷한 환경의 腐泥食物連鎖의 생산효율은 각각 11.5%와 34.4%이었다(Teal, 1962). 그러나 본 조사에서는 동물의 호흡과 배설에 의한 에너지 손실량이 포함되지 않았기 때문에 生産效率이 낮게 평가되었을 것이다.

潮間帶 저서동물의 먹이원의 하나는 底生藻類인데 이들은 單細胞이기 때문에 代謝回轉率(turn-over rate)이 빠르다. 微細藻類의 회전시간 2~4일(Odum, 1983)과 본 조사지의 진흙편과 모래편의 저생조류의 現存乾物量  $1.43 \text{ g} \cdot \text{dw/m}^2$ 와  $3.97 \text{ g} \cdot \text{dw/m}^2$ (金과 趙, 1985)의 평균값을 이용하여 저생조류의 年純生産量을 추정할 결과  $329 \text{ g} \cdot \text{dw/m}^2$ 이었다. 저생조류의 現存량은 底土 1cm 깊이내의 총유기물의 5% 이하이지만 대사회전율이 빠르기 때문에 그 生産性이 높아 고등식물이 생육하지 않는 조건대에서는 영양소 공급원으로써 중요한 生態的 意義를 차지할 것이다.

## 摘 要

錦江河口 潮間帶 底土에서 底棲生物의 生産量, 炭素, 窒素 및 磷의 現存量을 이용하여 營養段階別 에너지流轉을 조사하였다.

底棲動物의 年평균 乾物量은  $130.5 \text{ g/m}^2$ 으로 肉質이  $26.7 \text{ g/m}^2$ , 貝殼이  $103.8 \text{ g/m}^2$ 이었고 灼熱損失量은 총  $28.9 \text{ g/m}^2$ 으로 육질 및 폐각이 각각  $20.2 \text{ g/m}^2$ ,  $8.7 \text{ g/m}^2$ 이었다. 底棲動物의 炭素量은 年평균  $15.9 \text{ g C/m}^2$ 으로 有機炭素量은  $7.0 \text{ g C/m}^2$ , 炭酸鹽炭素는  $8.9 \text{ g C/m}^2$ 이었다. 炭素現存量을 이용하여 生産者-草食動物과 草食動物-肉食動物 두 단계의 生産效率은 각각 3.8%와 29.0%였다. 초식동물과 육식동물의 粗蛋白質은  $20 \text{ g/m}^2$ 와  $1 \text{ g/m}^2$ 으로 추정되었다. 두 단계에서 단백질 이동율은 각각 4.1%, 6.3%였고, 인의 이동율 10.6%와 16.0%였다.

底生藻類의 現存量과 代謝回轉率로부터 계산한 年純生産量은 약  $329 \text{ g} \cdot \text{dw/m}^2$ 였다.

## 引 用 文 獻

- Aller, R.C. (1982). The effects of macrobenthos on chemical properties of marine sediment and overlying water. In (McCall, P.L. and M.T.S. Tevesz, ed) Animal-sediment relations. Plenum. pp. 53~102.
- 鄭蓮淑·金俊鎬. (1982). 연못 生態系의 營養構造와 에너지流轉. 식물학회지, 25 : 123~133.
- 金俊鎬·趙京濟. (1985). 錦江河口 潮間帶 底土의 物理化學의 特性, 底生硅藻의 種組成 및 生物量. 한국생태학회지, 8 : 21~29.
- 金俊鎬·柳炳泰. (1985). 海岸 鹽濕地 生態系의 에너지流轉. 한국생태학회지, 8 : 153~161.
- 金俊鎬·金薰洙·李仁圭·金鍾元·文炳泰·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 關한 研究. 서울대학교 자연과학대학 논문집, 10 : 121~164.
- Kuenzler, E.J. (1961). Phosphorus budget of a mussel population. Limnol. Oceanogr., 6 : 400~415.
- 李仁圭·金薰洙·崔炳來·李海福. (1984). 韓國 沿岸 海域의 底棲生物群集에 關한 研究. III. 西海岸의

- 群集構造에 관한 定性定量的 分析. 서울大學校 자연과학종합연구소 보고서. 58pp.
- Lindeman, R.L. (1942). The trophic-dynamic aspect of ecology. *Ecology*, **23** : 399~418.
- Odum, H.T. (1957). Trophic structure and productivity of Silver Springs, Florida. *Ecol. Monogr.*, **27** : 55~112.
- Odum, E.P. (1983). *Basic ecology*. Saunders Coll. Publ. pp.109~113, 137~141.
- Odum, E.P. and A.E. Smalley. (1959). Comparison of population energy flow of a herbivorous and a deposit-feeding invertebrate in a salt marsh ecosystem. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, **45** : 617~622.
- Paine, R.T. (1971). Energy flow in a natural population of the herbivorous gastropod *Tegula funebris*. *Limnol. Oceanogr.*, **16** : 86~98.
- Pomeroy, L.R., E.E. Smith and C.M. Grant. (1965). The exchange of phosphate between estuarine water and sediments. *Limnol. Oceanogr.*, **10** : 167~172.
- Slobodkin, L.B. and S. Richman. (1961). Calories/gm. in species of animals. *Nature*, **191** : 299.
- Smalley, A.E. (1960). Energy flow of a salt marsh grasshopper population. *Ecology*, **41** : 672~677.
- Teal, J.M. (1962). Energy flow in the salt marsh ecosystem of Georgia. *Ecology*, **43** : 614~624.
- Tsuchiya, M. and Y. Kurihara. (1979). The feeding habits and food sources of the deposit-feeding polychaete, *Neanthes japonica* (Izuka). *J. exp. mar. Biol. Ecol.*, **36** : 79~89.

(1985年 1月 8日接受)