

광양만산 바지락(*Ruditapes philippinarum*: Bivalvia)의 개체군 생물학. II. 개체군 동태 및 이차생산

신 현 출, 신 상 호

여수대학교 해양학과

Population Biology of Short-necked Clam (*Ruditapes philippinarum*: Bivalvia) in Kwangyang Bay, the Southern Coast of Korea. II. Population Dynamics and Secondary Production

Hyun Chool Shin and Sang Ho Shin

Dept. of Oceanography, Yosu National University, Yosu 550-749, Korea

ABSTRACT

This study was aimed to describe the population dynamics and secondary production of *Tapes philippinarum* on Chohwa and Toksan tidal flats in Kwangyang Bay, from June 1994 to July 1995.

The size distributions in shell length showed bimodal patterns from June 1994 to April 1995. Thereafter the distribution changed to the unimodals. The mode moved to the right with the passage of time, indicating an increase in shell length. The mean densities decreased gradually with month. Chohwa A sustained highest density, followed by Chohwa B, Toksan C, and Toksan D. The recruitment of new year class occurred first on the upper tidal flat, and then moved to the lower tidal flat.

The mean biomass in flesh dry weight of each year class increased in spring just before the spawning period, and thereafter decreased progressively. Annual mean biomass was recorded as 170.7 g·m⁻² at Chohwa A, 220.7 g·m⁻² at Chohwa B, 21.8 g·m⁻² at Toksan C, and 45.2 g·m⁻² at Toksan D. Annual productions of *Ruditapes*

philippinarum were estimated as 259.72 g·m⁻²·yr⁻¹ at Chohwa A, 359.79 g·m⁻²·yr⁻¹ at Chohwa B, 45.02 g·m⁻²·yr⁻¹ at Toksan C, 68.88 g·m⁻²·yr⁻¹ at Toksan D. Annual productions were much higher on Chohwa tidal flat than those on Toksan tidal flat. While P:B ratio were higher on Toksan tidal flat as 1.70 than those on Chohwa tidal flat as 1.58.

In conclusion, the Chohwa tidal flat showed higher biomass and production of *Ruditapes philippinarum*, whereas the Toksan tidal flat showed higher P:B ratio. The total amount of potential food might influence on the density, biomass and production, whereas the amount of food and space per individual might influence on the growth rate and P:B ratio.

Keywords : *Ruditapes philippinarum*, Population dynamics, Density, Biomass, Secondary production, P:B ratio.

서 론

한국의 서, 남해안 갯벌(간석지)에는 다양한 종류의 이매패류들이 서식하고 있으며, 이들에 의한 생산량이 매우 높기 때문에 자연적으로 어장에 가입되는 양을 대상으로 하거나, 실포식 양식을 통하여 실질적으로 어민소득에 기여하는 중요한 산업종들이 많다. 그러나 이들 산업종에 대한 개체군 동태 및 생산량에 관한 연구는 많이 이루어지지 않고 있다. 최근에 이르러 비로소 동죽(Shin and Koh, 1995; Ryou, 1997), 맛조개(Hong and Park, 1994), 가리맛조개(Yang, 1994), 바지락(Kim, 1986; Choi,

Received April 21, 1999; Accepted May 21, 1999
Corresponding author: Shin, Hyun Chool
Tel: (82) 662-640-6344; e-mail: shinhc@yosu.ac.kr
1225-3480/15104
© The Malacological Society of Korea

1987)에 대한 연구 결과가 보고되고 있다.

이중 바지락은 한국 연안 간석지의 대표적인 식용 이매패류로서 생물학적, 생태학적 특성에 관하여 다른 종류들에 비하여 비교적 많은 연구가 진행되어왔다. 특히 본 연구지역인 광양만은 예로부터 저서이매패류의 생산량이 전국에서 수위를 차지할 정도로 다양한 종류가 생산되고 있으며, 이들의 양식 또한 활발하게 진행되어 오고 있다. 광양만산 대표적인 이매패류는 본 조사 생물인 바지락을 비롯하여, 새고막(*Scapharca subcrenata*), 고막(*Tegillarca granosa*), 피조개(*Scapharca broughtonii*), 가리맛조개(*Sinonovacula constricta*) 등을 들 수 있다(Shin, 1998). 그러나 아직까지 한국에서 바지락의 개체군동태 및 이차생산에 관한 정확한 연구 결과는 가로림만산 바지락(Kim, 1986, 1994)를 제외하고는 체계적으로 진행된 바가 없으며, 서식환경과의 상관성에 관한 연구는 전무한 실정이다.

본 연구에서는 바지락의 성장과 개체군동태를 파악하기 위하여 남해안의 대표적 바지락 생산지인 광양만을 대상으로 하여 서식밀도, 생물량, 그리고 생산량의 변동을 파악하고, 환경요인으로서 퇴적물의 입도, 퇴적물의 유기물함량, 퇴적물내 저시미세조류의 엽록소-a량을 분석함으로써 서식환경과의 관련성을 함께 분석하고자 하였다.

재료 및 방법

조사지역은 광양만 서쪽에 위치한 여수시(구 여천군) 조화와 덕산의 갯벌 조간대이다(Shin and Shin, 1999). 각 지역에서 바지락의 서식밀도가 높은 상부와 하부의 두 군데, 총 4개의 정점을 설정하여 조사를 실시하였다. 즉 조화조간대의 상부지역을 Chohwa A, 하부지역을 Chohwa B로, 덕산조간대의 상부를 Toksan C, 하부를 Toksan D로 설정하였다. 현장 채집은 1994년 6월부터 1995년 7월까지 매월 1-2회씩 총 19회에 걸쳐 최대 간조가 일어나는 시기를 택하여 수행하였다. 바지락의 채집과 측정 방법은 Shin and Shin(1999)과 동일하다.

개체의 연령은 패각에 나타나는 연륜의 수를 계수하여 사정하였다. 연령사정에 사용한 총개체수가 대략 100-150개체 되도록 5-10개의 방형구를 무작위로 선택하였다. 각 장-빈도 분포는 각 장 자료를 2 mm 구간으로 구분한 후 각 구간별로 개체수를 계수한 다음 백분율로 환산하여 표현하였다.

생물량은 각 정점에서 실제 채집한 개체들의 중량을 연령군별로 모두 합함으로써 연령군별 생물량을 계산하였으며, 이를 모두 합하여 총생물량을 계산하였다. 생산량은 Ricker(1975)의 방법을 이용하여 일일생산량을 기준으로 하여 각 연령군별로 추정하였다. 총 연간생산량은 연령군별 생산량을 계산한 다음 이를 1년간에 걸쳐 모두 합함으로써 구하였다. 그리고 P:B ratio(Waters, 1960)를 구하

여 단위생물량당 생산력을 비교하였다.

결 과

1. 바지락의 연령군 분포

1994년 6월부터 1995년 7월까지 각 조사 정점에서 채집한 바지락의 각장을 측정하여 이를 빈도분포로 나타내었다(Fig. 1). 조화조간대 상부(Chohwa A)에서는 1994년 6월부터 뚜렷한 이중모드(bimode) 형태로 나타났다. 즉 1994년에 가입한 0세군과 1세 이상의 복합연령군으로 구분되었다. 이 0세군 모두는 시간에 따라 점점 오른쪽으로 이동하다가 1995 6월에는 상위 연령군과 함께 완전히 융합되어 하나의 모드형으로 되었다. 이는 0세군의 각장 성장이 상위 연령군의 성장보다 빨리 진행되기 때문으로 사료된다. 그리고 1995년 7월에 새로운 0세군의 가입이 확인되었다. 1994년 6월의 0세군(1994년군)의 평균 각장은 11.22 mm 인데 비하여 1995년 7월 0세군(1995년군)의 평균각장은 6.25 mm이었다. 이는 1994년의 경우 6월 이전에 이미 새로운 연령군의 가입이 완료되었음을 의미한다.

조화조간대 하부(Chohwa B)에서는 1994년 8월에야 비로소 0세군을 확인할 수 있었으며, 1995년에는 7월까지 새로운 0세군의 가입이 일어나지 않고 있다. 1994년 8월에 나타난 0세군(1994년군)의 평균 각장은 13.52 mm로서 이는 유생이 저서환경으로 직접 착생이 일어나지 않고 다른지역에서 기가입한 치패가 이동해 온 것으로 보인다.

덕산조간대 상부(Toksan C)에서는 1994년 6월에 이미 0세군의 가입이 완료되어 시간이 지남에 따라 상위 연령군과 융합되어 가고 있으며, 조화조간대의 상부지역과 마찬가지로 1995년 7월에 새로운 연령군의 가입을 확인할 수 있었다. 덕산조간대 하부(Toksan D)에서는 1994년에 새로운 가입연령군과 상위 연령군의 구분이 어려울 정도로 거의 단일모드를 보이고 있으며, 이듬해 1995년 7월에 새로운 연령군의 가입을 확인할 수 있었다.

이상으로 볼 때 니질퇴적물로 구성되어 있으며, 대기노출시간이 상대적으로 짧은 조화조간대가(Shin and Shin, 1999) 덕산조간대보다 새로운 연령군의 가입이 원활하게 일어나며, 동일 조간대 내에서는 하부조간대보다 상부조간대에서 먼저 가입이 일어나고, 이 후 치패가 하부 조간대로 이동함을 알 수 있었다.

2. 서식밀도 변동

패각에 나타나는 운문으로 연령을 사정한 후, 각 연령군별로 계수하여 이를 단위면적당(m^2)으로 환산하여 각 정점별로 이의 변동을 도시하면 Fig. 2와 같다. 각 정점별 바지락의 서식밀도는 Chohwa A가 가장 높았고, Chohwa

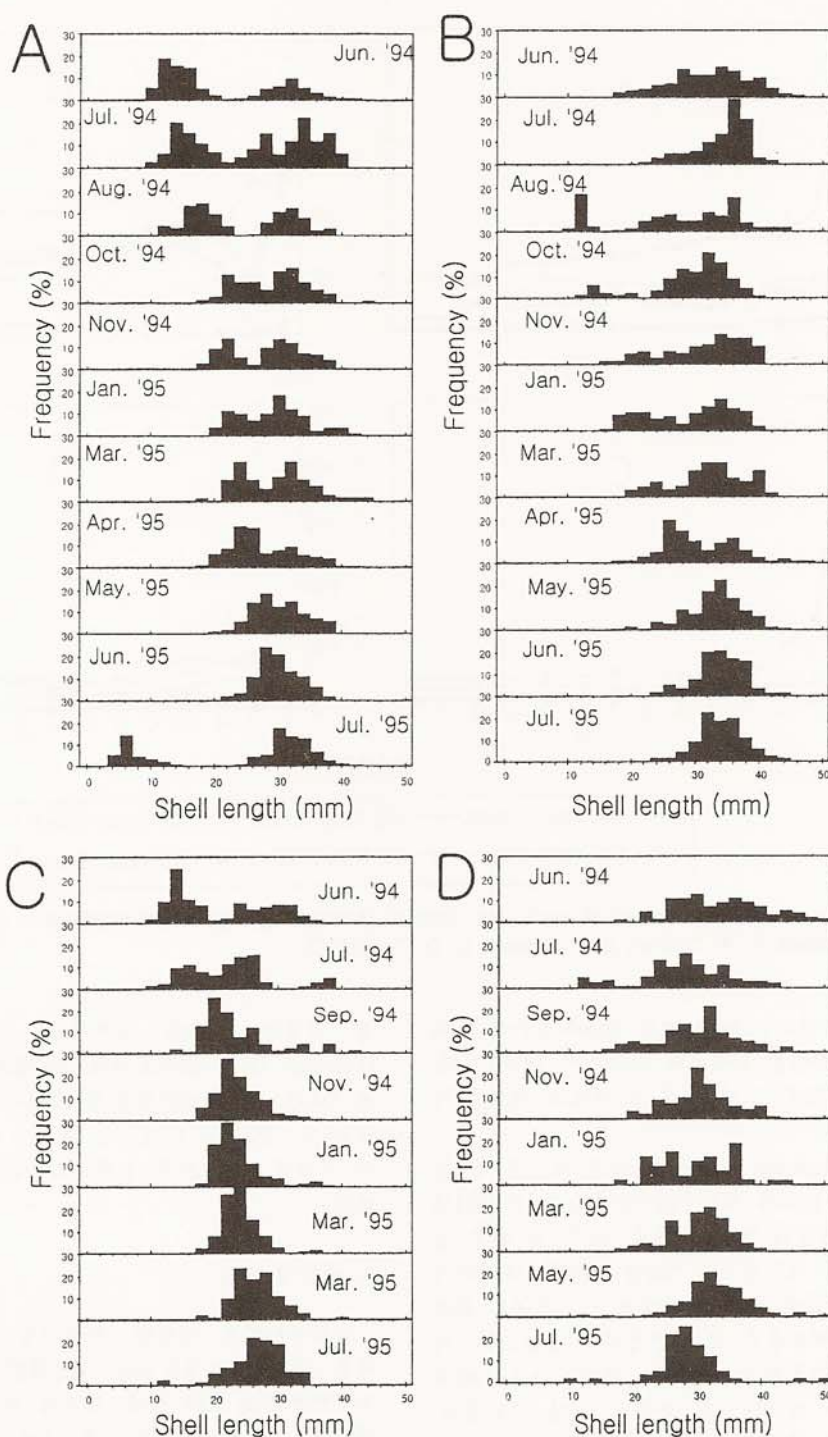


Fig. 1. The frequency distributions of the shell length of *Ruditapes philippinarum* collected on the tidal flat in Kwangyang Bay from June 1994 to July 1995. (A: Chohwa A, B: Chohwa B, C: Toksan C, D: Toksan D)

B, Toksan C, Toksan D의 순으로 낮았다. 즉 조화조건
대가 덕산조건대보다 서식밀도가 높았으며, 동일 조건대

내에서는 치패가입이 먼저 일어나는 상부가 하부보다 서식
밀도가 높았다. 모든 정점군에서 시간이 지남에 따라 1세

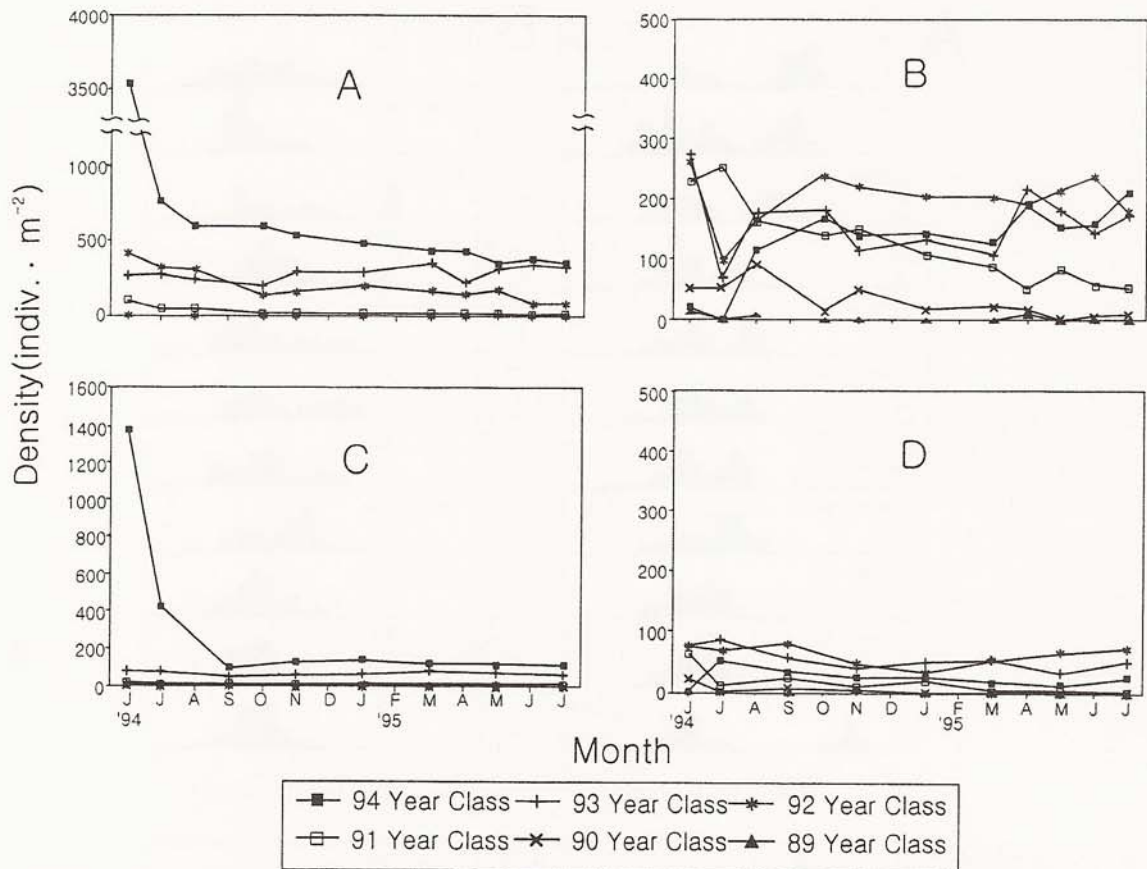


Fig. 2. Monthly variations in density of each year class of *Ruditapes philippinarum* collected in Kwangyang Bay. (A: Chohwa A, B: Chohwa B, C: Toksan C, D: Toksan D)

이상 고연령군의 서식밀도는 매우 낮게 감소하였는데 비하여 '94년도에 새로 가입한 0세군의 감소폭이 매우 컸다. 특기할만한 사항으로 '94년도에 비해 '95년도의 새로운 가입군량이 많지 않았다.

조화조간대 상부(Chohwa A)에서는 조사 초기인 '94년 6월에 총서식밀도가 4,345 개체 · m⁻²이었다. 이는 '94년도에 새로 가입한 0세군이 3,536 개체 · m⁻²으로 매우 높기 때문이다. 0세군의 서식밀도는 '94년 6월에서 8월까지 급격히 감소하여 사망률이 83%에 달하였다. 0세군을 제외한 다른 연령군들의 백분율은 크게 변동하지 않았으나, 서식밀도는 약간씩 감소하고 있다. 조화조간대 하부(Chohwa B)의 경우 서식밀도의 변동이 가장 심하였다. '94년 8월에는 오히려 서식밀도가 증가하였는데, 이는 0세군이 이때 이 지역으로 가입이 일어났기 때문이다. 이후에는 0세군('94년도 연령군)보다 오히려 '92년도 연령군의 중요성이 높았는데 이는 '92년도군의 가입강도가 강하였기 때문으로 보인다. 덕산조간대 상부(Toksan C)에서는 '94년 6월에 0세군이 대량으로 가입되었다가 9월에 큰 폭으로 감소하였다. 모든 조사정점중 연령군별 서식밀도가 가

장 안정된 모습을 보여주고 있다. 덕산조간대 하부(Toksan D)는 조화조간대 하부(Chohwa B)와 마찬가지로 '94년도 연령군(0세군)의 가입이 늦게 일어나고 있으며, '93년도, '92년도 연령군의 강도가 가장 강했다. 역시 시간이 지남에 따라 모든 연령군의 서식밀도가 약간씩 감소하였다.

3. 생물량 변동

채집시기별로 정점별, 연령군별 생물량을 산출한 다음 이를 합하여 총생물량을 계산하였으며, 이를 연령군별로 도시하면 Fig. 3과 같다. 조사가 처음 시작된 1994년 6월에 모든 정점에서 높은 값을 나타내었으며, 겨울로 갈수록 크게 감소하였다가, 이듬해 봄부터 증가하기 시작하여 1995년 5월에 다시 최대치를 기록하였다. 1994년 6월과 1995년 5월에 최대치를 기록한 것은 새로운 치패의 대량 가입에 의한 것이며, 이후에 나타나는 감소는 바지락의 산란에 의한 육중량의 감소에 의한 것으로 보인다. 각 정점별 연평균 생물량(annual mean biomass)은 Chohwa

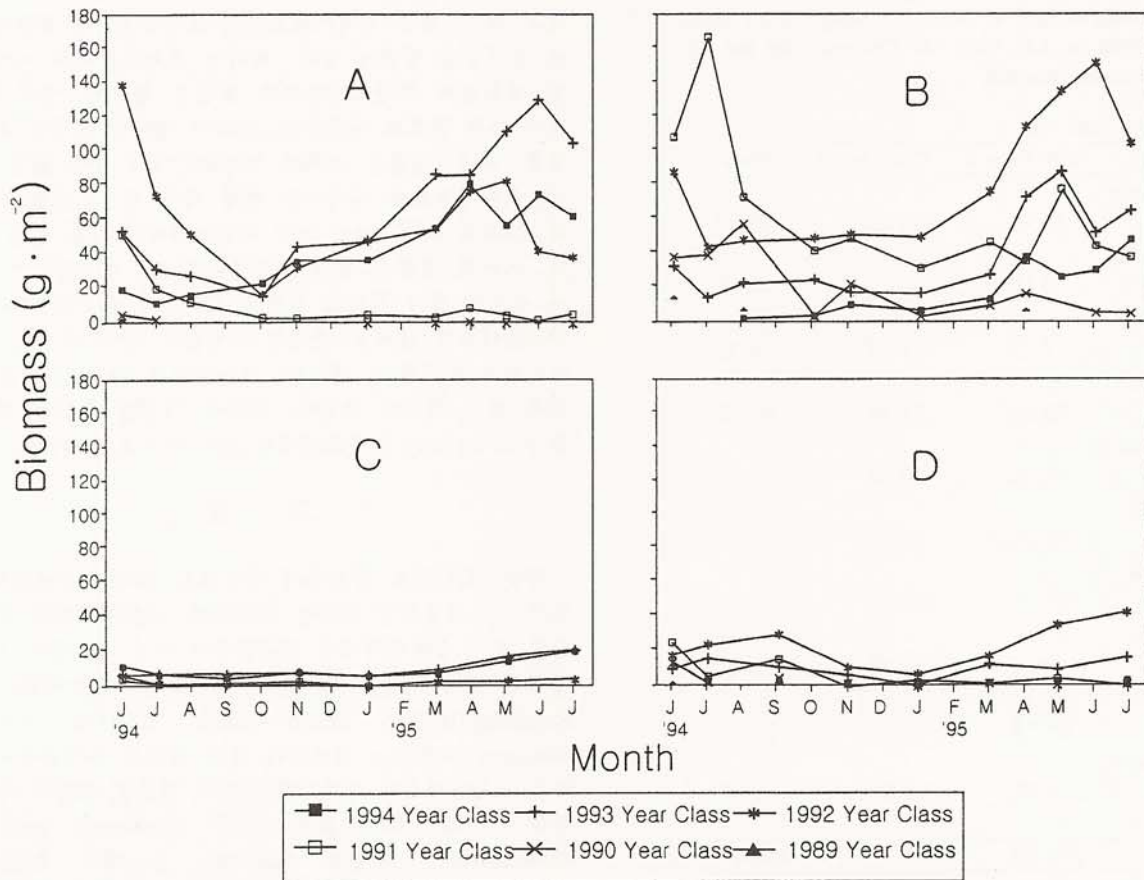


Fig. 3. Monthly variations in biomass of each year class of *Ruditapes philippinarum* collected in Kwangyang Bay. (A: Chohwa A, B: Chohwa B, C: Toksan C, D: Toksan D)

A, Chohwa B, Toksan C, Toksan D에서 각각 $170.7 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$, $220.7 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$, $21.8 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$, $45.2 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 로 나타나 조화조간대가 덕산조간대보다 연평균 생물량이 많았으며, 동일 조간대 내에서는 치패 가입이 왕성한 일어나는 상부지역이 오히려 생물량이 적고, 고연령군이 많은 하부의 생물량이 많았다.

4. 생산량 변동

채집기간 사이의 생산량은 평균생물량과 육질부 상대성장률의 곱으로 추정하였으며(Ricker, 1975), 이를 각 연령군별로 산출한 후 모든 연령군의 생산량을 합하여 Table 1에 나타내었다. 상대성장률이 음의 값을 나타낼 때는 생산량도 음의 값을 기록하나, 이 값은 결국에는 생태계내로 유입된 값이기 때문에 이를 전량 0으로 처리하였다(Shin and Koh, 1995). 각 정점별로 육질부 건중량의 관점에서 본 연간 생산량은 Chohwa A의 경우 $259.72 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{yr}^{-1}$ 이었고, Chohwa B에서는 $359.79 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{yr}^{-1}$,

Toksan C에서는 $45.02 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{yr}^{-1}$, Toksan D에서는 $68.88 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{yr}^{-1}$ 이었다. 조화조간대의 연간생산량이 덕산조간대보다 월등히 많았으며, 동일조간대내에서는 치패 가입량이 적고 고연령군의 비율이 높은 하부지역에서 생산량이 많았다. 연령군별로 볼 때 치패 가입이 왕성한 상부지역에서는 저연령군의 생산량이 많고, 하부지역에서는 고연령군의 생산량이 많았다. 시기별로 볼 때는 봄철의 산란직전에 가장 생산량이 많았고, 산란직후나 겨울철에 생산량이 적었다. 연간 생물량과 생산량의 비인 P:B ratio를 산출해보면(Waters, 1969), Chohwa A에서는 1.52 yr^{-1} , Chohwa B에서는 1.63 yr^{-1} , Toksan C에서는 2.07 yr^{-1} , Toksan D에서는 1.52 yr^{-1} 의 값을 보였다. 대체로 덕산조간대에서 높은 값을 보였으며, 상부지역이 하부지역보다 높은 값을 보였다.

5. 환경과의 관계

Table 2에서 보듯이 조화조간대가 덕산조간대보다 상대

Table 1. Secondary production(g · m⁻²) of *Ruditapes philippinarum* in flesh dry weight from June 1994 to July 1995. A) Chohwa tidal flat, B) Toksan tidal flat.

A) Chohwa tidal flat			
Date	Chohwa A	Chohwa B	Mean
'94 6 June			
	13.15	134.69	73.92
13 July	8.10	0	4.05
6 Aug.	7.22	1.53	4.38
3 Oct.	48.84	31.16	40.00
11 Nov.	15.33	10.64	12.99
'95 19 Jan.	72.28	79.92	76.10
30 Mar.	105.05	109.63	107.34
30 Apr.	0	24.13	12.07
30 May	28.54	15.71	22.13
29 June	0.45	6.60	3.53
30 July			
Total	298.86	414.01	356.44
Annual Production	259.72	359.79	309.76
P: B ratio	1.52	1.63	1.58
B) Toksan tidal flat			
Date	Toksan C	Toksan D	Mean
'94 24 June			
	0	19.71	9.86
25 July	5.17	12.25	8.71
23 Sept.	7.01	0.25	3.63
20 Nov.	0	0	0
'95 20 Jan.	5.48	18.31	11.90
31 Mar.	19.93	16.72	18.33
31 May	11.75	8.24	10.00
28 July			
Total	49.34	75.48	62.41
Annual Production	45.02	68.88	56.95
P: B ratio	2.07	1.52	1.70

적으로 세립질퇴적물의 조성이 우세하며, 잠재적 먹이원이라고 볼 수 있는 저서미세조류의 엽록소-a량과 표층퇴적물 내 유기물질 함량이 많다. 따라서 조화조간대의 서식밀도 및 생물량이 덕산조간대보다 월등히 높으며, 연간생산량 역시 높은 것으로 나타났다. 그러나 개체별 특성인 초기성장률, 최대성장률은 오히려 덕산조간대가 높은 값을 보이며, 최대성장률이 나타나는 연령 역시 덕산조간대가 빠르다. 그리고 P:B ratio 역시 덕산조간대가 높은 값을 보였다. 이러한 경향은 동일 조간대내에서도 마찬가지로 나타나 조고에 따라 차이를 보이고 있다. 즉 상부조간대가 하부조간대보다 대체로 잠재적 먹이원의 양이 많으며, 이는 바지락의 서식밀도, 생물량, 생산량에서 높은 값을 유지하도록 하는 것으로 보인다. 그러나 개체별 특성인 성장률 및 P:B ratio는 하부조간대가 높은 것으로 나타났다.

고 찰

각장 크기-빈도 분포에서 정점별로 94년도 0세군의 출현시기와 평균각장 크기를 살펴보면, 조화조간대와 덕산조간대 모두 상부지역에서 평균각장이 작은 개체들이 1개월-2개월 먼저 가입이 일어난 것을 알 수 있었다(Fig. 1). Reading(1979)은 Peter Black 조간대에 서식하는 *Macoma balthica* 개체군의 밀도 변동을 추적하면서 상, 하부 조간대에서의 갑작스런 밀도의 변동을 개체의 이동에 의한 것으로 해석하였다. 이후 Beukema and de Vlas(1989)는 유럽의 Wadden Sea에서 *Macoma balthica*가 상부조간대에서 4-5월에 일차 착생을 하여 성장한 후, 겨울에 낙조기간동안 조류를 타고 실(thread)을 이용하여 하부조간대로 이동을 한다는 사실을 밝혔다. 이러한 이차착생을 하는 이유로 하부조간대가 성장률이 높고, 연생잔류가 낮으며, 기생동물의 감염도가 낮기 때문에 성체의 성장에 유리하기 때문이라고 하였다. 반면 상부조간대에 먼저 일차착생하는 이유는 포식성동물의 수가 적어서 치패에게 안전지대의 역할을 하고 퇴적물이 미세한 입자로 구성되어 있어서 안정성이 높아 섭식활동이나 생활하는데 많은 에너지가 소비되지 않기 때문이라고 설명하였다.

바지락은 *M. balthica*처럼 실같은 기구로 이차이동한다는 기작은 정확하게 밝혀지지 않았지만, 착생 초기의 부착생활 기간동안은 퇴적물내의 모래에 아주 작은 족사로써 몸을 부착하고 지지하는데, 이 족사의 부착력이 약하기 때문에 낙조기간동안 하부조간대로 이동할 가능성이 있어 앞으로 좀더 세밀한 연구가 이루어져야 하겠다.

치패 발생 시기를 예견하기 위하여 생식선 발달 상황의 육안 관찰(Tanaka, 1954), 생식선의 조직관찰(Hur, 1994), 부유유생이나 침착치패의 출현상황(Williams, 1980; Won, 1994) 등 다수의 연구가 행해졌다. 현장 관측 조사 결과에 의하면 Chung *et al.*(1994)은 전라북도

Table 2. Summarized results of environmental characteristics and population parameters of *Ruditapes philippinarum* on the tidal flat in Kwangyang Bay.

Parameters	Sites	Chohwa		Toksan	
		A	B	C	D
Environments					
Sediment					
Composition					
	Sand	70.23 ± 12.03	66.81 ± 11.75	86.37 ± 8.42	88.98 ± 2.40
	Silt	12.24 ± 7.20	15.23 ± 6.53	7.63 ± 8.75	5.03 ± 1.38
	Clay	17.50 ± 5.13	19.25 ± 5.44	5.70 ± 1.43	6.85 ± 1.40
	Facies	Silty Clayey Sand	Silty Clayey Sand	Sand	Sand
	Chlorophyll- <i>a</i> ($\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$)	19.00 ± 5.87	14.53 ± 3.42	6.96 ± 1.54	6.20 ± 1.54
	Organic content(%)	5.11 ± 1.88	4.99 ± 1.15	2.22 ± 0.44	2.34 ± 0.73
	Tidal Elevation(cm)	-101	-131	-36	-91
Population Parameters					
	ω ($\text{mm}\cdot\text{yr}^{-1}$)	11.54 ± 1.10	13.54 ± 0.90	13.96 ± 0.53	14.64 ± 1.80
	AGR _{max}	0.12 ± 0.01	0.14 ± 0.01	0.16 ± 0.01	0.12 ± 0.02
	AGR _{max-age}	3.61	3.49	2.77	2.90
	Annual Mean Biomass ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$)	170.7	220.7	21.8	45.2
	Annual Production ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{yr}^{-1}$)	259.72	359.79	45.02	68.88
	P:B ratio	1.52	1.63	2.07	1.52

김계군 심포 조간대에서는 7월과 8월 사이에 산란이 일어난다고 하였고, Won(1994)은 안면도산 바지락의 주산란기는 4월-6월이고, 남해도산은 4월 - 8월이라고 보고하였다. Kim(1994)은 서해 가로림만의 바지락은 2월-3월, 4월-5월, 8월-9월이 주산란기이며, 심지어는 11월까지 연중 지속적으로 산란한다고 보고하고 있다. 본 연구지역인 광양만의 경우 1995년도의 경우 condition factor가 급격히 감소한 시기가 4월-5월이며, 7월에 각장이 6.25 mm인 치패가 가입되었다(Shin and Shin, 1999). 바지락은 산란이 시작된지 14일 후 부유생활을 마치고 착생할 때의 각장 크기가 0.2 mm인 것으로 보고되고 있다 (Hur, 1994; Won, 1994). Williams(1980)는 Puget Sound에서 7월에 착생한 치패가 9월에는 각장이 2.82 mm에서 평균 13.5배 성장한다고 보고하였다. 이로 미루어 볼 때 광양만산 바지락은 남해도산과 유사하게 4월부터 산란이 시작되는 것으로 추정된다.

광양만산 바지락의 서식밀도 및 생물량은 조화조간대가 덕산조간대보다 월등히 높게 나타났다(Fig. 1 and 2). 따라서 연간생산량 역시 조화조간대가 덕산조간대보다 훨씬 높은 값을 보이고 있다(Table 1). 이는 서식환경의 특성이 덕산조간대보다 조화조간대가 상대적으로 바지락의 서식에 유리하기 때문인 것으로 보인다. 즉 조화조간대가 덕산조

간대보다 퇴적물내 mud의 함량이 많으며, 조고가 낮아 대기노출시간이 상대적으로 짧다(Shin and Shin, 1999). 또한 잠재적 먹이원인 표층퇴적물내 유기물함량과 저서미세조류의 엽록소-a량이 월등히 많다. 따라서 잠재적 먹이원이 많은 조화조간대에서 덕산조간대보다 바지락의 서식밀도와 생산력이 높게 나타난 것으로 보인다. 그리고 양조간대 모두 상부조간대에서 서식밀도 및 생물량이 하부조간대보다 높다. 이는 본 조사지역의 경우 새로운 연령군인 치패의 가입이 상부조간대에서 월등히 높게 나타나기 때문이다(Fig. 1). 또한 상부조간대가 하부조간대보다 상대적으로 잠재적 먹이원이 높기 때문인 것으로 보인다(Shin and Shin, 1999).

본 조사지역 바지락의 연간생산량은 조화조간대가 덕산조간대보다 3-7배 높은 값을 보였다(Table 1). 즉 서식밀도가 높은 조화조간대의 연생산량이 덕산조간대보다 높았다. 그러나 단위생물량당 생산량을 의미하는 P:B ratio(회전율)는 그 반대로 종내경쟁이 적어 개체성장률이 높은 덕산조간대에서 비교적 높은 값을 기록하였다. 각 조간대내에서는 저연령군이 많은 상부조간대에 위치한 정점에서 P:B ratio가 높은 값을 보였다. 이는 Hibbert(1976)가 언급한 바와 같이 저연령일수록 생산량이 높기 때문인 것으로 보인다.

국내에서 조사된 바지락의 생산량을 지역별로 비교해보면(Table 3), Kim(1986)는 서해 가로림만 바지락의 생산량(건중량)이 $50.28 \text{ gDWt} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{yr}^{-1}$ 으로 보고하였고, Choi(1987)은 삼천포 연안산(습중량)이 $283.2 \text{ gWWt} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{yr}^{-1}$ 로 보고하였다. 서해 가로림만에 비해 조화조간대의 경우 5-7배의 연생산량을 보인 반면, 덕산은 유사한 수준이었다. 또한 총습중량이 육질부 건중량의 15-20배 정도 된다는 점을 고려하면, 삼천포산에 비해 조화는 15-30배의 연생산량을 보였고, 덕산은 3-4배 정도이었다. 즉 인근 지역일지라도 서식환경에 따라 생산량이 큰 차이를 보일 수 있기 때문에 어느 특정지역산임을 명시하기 이전에 반드시 서식환경에 대한 조사 및 기술이 병행되어야 지역 간 생산량의 차이를 정확히 비교, 고찰할 수 있을 것으로 여겨진다. 그리고 국내산과 외국의 다른 이매패류의 생산량과 비교하여도 광양만산 바지락의 생산량이 매우 높음을 알 수 있다. 또한 P:B ratio 역시 다른 이매패류에 비해 2배 이상 높은 값을 보이고 있다.

이상에서 본 바와 같이 광양만산 바지락은 4월경에 산란이 일어나는 것으로 추정되며, 하부조간대보다 상부조간대에서 먼저 치패가 가입되는 것으로 보인다. 서식환경내의 잠재적 먹이원(저서미세조류의 엽록소-a 량, 유기물 함량)이 많은 조화조간대에서 바지락의 서식밀도 및 치패 가입량이 많았다. 따라서 연생산량은 서식밀도가 높은 조화조간대에서 월등히 높은 값을 보였으나, P:B ratio는 덕산조간대에서 높은 값을 보였다.

요 약

본 연구는 1994년 6월부터 1995년 7월까지 광양만의 조화조간대와 덕산조간대에 서식하는 바지락(*Ruditapes philippinarum*: Bivalvia)의 개체군동태와 이차생산을 알아보기 위하여 수행되었다.

1994년 6월부터 1995년 4월까지 각장 빈도분포는 이중모드형을 보였으며, 이 후 단일모드형으로 변화하였다. 중앙값은 시간에 따라 오른쪽으로 이동하였으며, 이는 각장의 성장을 의미한다. 평균서식밀도는 시간에 따라 감소하였다. Chohwa A에서 가장 서식밀도가 높았으며, Chohwa B, Toksan C, Toksan D의 순으로 감소하였다. 새로운 연령군의 가입은 상부조간대에서 먼저 일어나고, 이후 하부조간대로 이동하였다.

각 연령군의 육질부 생물량은 춘계의 산란기 직전까지 급격히 증가하다가 이후 서서히 감소하였다. 연평균생물량은 Chohwa A에서 $170.7 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$, Chohwa B에서 $220.7 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$, Toksan C에서 $21.8 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$, 그리고 Toksan D에서 $45.2 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 를 기록하였다. 육질부 연간 생산량은 Chohwa A에서 $259.72 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{yr}^{-1}$, Chohwa B에서 $359.79 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{yr}^{-1}$, Toksan C에서 $45.02 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{yr}^{-1}$, Toksan D에서 $68.88 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{yr}^{-1}$

를 기록하여 조화조간대의 연생산량이 덕산조간대보다 높았다. 반면에 P:B ratio는 덕산조간대가 1.70으로 조화조간대의 1.58보다 높았다.

즉 잠재적 먹이원의 총량이 많은 조화조간대에서 바지락의 서식밀도, 생물량, 생산량이 많았으나, 단위개체당 이용 가능한 먹이양과 공간의 관점에서는 경쟁이 적은 덕산조간대가 개체의 성장과 P:B ratio가 양호하였다.

REFERENCES

- Beukema, J.J. and de Vlas, J. (1989) Tidal-current transport of thread-drifting postlarval juveniles of the bivalve *Macoma balthica* from the Wadden Sea to the North Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **52**: 193-200.
- Choi, Y. M. (1987) The secondary production of the bivalve, *Tapes philippinarum*, in the shore of Sinsudo, Samcheonpo. Ms. Thesis, National Fisheries University of Pusan, 45 pp. [in Korean]
- Chung, E.Y., Ryou, D.K. and Lee, J.H. (1994) Gonadal development, age and growth of the shortnecked clam, *Ruditapes philippinarum* (Pelecypoda: Veneridae), on the coast of Kimje, Korea. *Korean J. Malacol.*, **10**: 38-54.
- Cranford, P.J., Peer, D.L. and Gordon, D.C. (1985) Population dynamics and production of *Macoma balthica* in Cumberland Basin and Shepody Bay, Bay of Fundy. *Neth. J. Sea Res.*, **19**: 135-146.
- Hibbert, C.J. (1976) Biomass and production of a bivalve community on an intertidal mud-flat. *J. exp. mar. Biol. Ecol.*, **25**: 249-261.
- Hong, J.S. and Park, H.S. (1994) Growth and production of macrobenthic fauna on a macrotidal flat, Inchon, Korea. II. Production of the razor clam, *Solen (Solen) strictus* (Bivalvia: Solenidae) from Chokchon tidal flat. *Bull. Korean Fish. Soc.*, **27**: 560-571. [in Korean]
- Hur, Y.B. (1994) Comparative studies on the embryonic development and the growth of larvae of eight bivalve species. MS Thesis, Pusan National Fisheries University, 56 pp.
- Kim, W.S. (1986) Growth, mortality and production of Manila clam, *Tapes philippinarum*, in Garolim Bay, Yellow Sea, Korea, Ms. Thesis, Chungnam National University, 44 pp. [in Korean]
- Kim, W.S. (1994) Population dynamics and energy budget of *Ruditapes philippinarum* (Adams and Reeve, 1850) (Bivalvia: Veneridae) in Garolim Bay, Yellow Sea, Korea. Ph.D. Thesis, Kiel University,

Germany, 134 pp.

- Reading, C.J. (1979) Changes in the downshore distribution of *Macoma balthica* (L.) in relation to shell length. *Estuar. Coast. Mar. Sci.*, **8**: 1-13.
- Ricker, W.E. (1975) Computation and interpretation for biological statistics of fish populations. *Bull. Fish. Res. Bd. Can.*, **191**: 382.
- Ryou, D.K. (1997) Studies on the population dynamics of surf clam, *Macra veneriformis* Reeve (Bivalvia) in the coast of Kunsan, Korea. II. Production. *Korean J. Malacol.*, **13**: 193-201. [in Korean]
- Shin, H.C. (1998) Annual growth pattern of commercially important bivalves. *Bull. Yosu National University*, **12**: 665-675. [in Korean]
- Shin, H.C. and Koh, C.H. (1995) Growth and production of *Macra veneriformis* (Bivalvia) on the Songdo tidal flat, west coast of Korea. *J. Kor. Soc. Oceanogr.*, **30**: 403-412. [in Korean]
- Shin, H.C. and Shin, H.C. (1999) Population biology of short-necked clam (*Ruditapes philippinarum*: Bivalvia) in Kwangyang Bay, southern coast of Korea. I. Growth and benthic environments. *Korean J. Malacol.*, **15**(1): . [in Korean]
- Tanaka, T. (1954) Spawning season of important bivalves in Ariake Bay III. *Tapes philippinarum*. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, **19**(12): 1165-1167.
- Waters, T.F. (1969) The turnover ration in production ecology of freshwater invertebrates. *Am. Nat.*, **103**: 173-185.
- Williams, J.G. (1980) The influence of adults on the settlement of spat of the clam, *Tapes japonica*. *J. Mar. Res.*, **38**: 729:741.
- Won, M.S. (1994) Seed production and environmental influence on productivity of the shortnecked clam, *Ruditapes philippinarum*. Ph.D. Thesis, National Fisheries University of Pusan, 220 pp. [in Korean]
- Yang, M.R. (1994) Growth and production of *Sinonovacula constricta* (Bivalvia). Ms Thesis, Seoul National University, 81 pp. [in Korean]