

빈 영양 해역의 표영 생태계 내에서 계절별 미세생물의 먹이망

김 시 균

(서경대학교 생물공학과)

과거에는 해양의 표영생태계에서 1차생산에 의해 생산된 것의 대부분이 후생동물 (Metazon)로 전달되는 것으로 알려져 왔으나 최근의 연구 결과로부터 해양환경에서의 미세 생물먹이망(Microbial food web)에 관심이 집중되고 있다. 1차생산에 의해 고정된 유기물의 상당량과 Zooplankton에 의해 배설된 유기물의 대부분이 미세생물고리(Microbial loop)로 들어가 미세종속영양생물(Microheterotrophs)에 의해 이용되는 것으로 밝혀 졌다(그림.1)

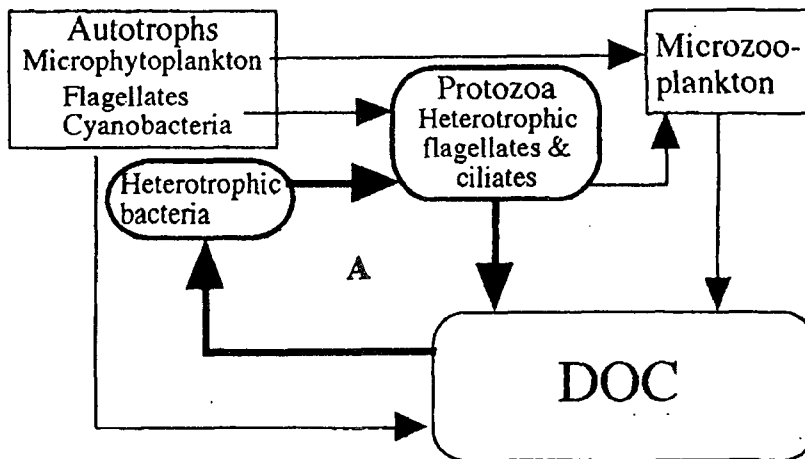


그림 1. Microbial food web 구조

독립영양생물(Autotrophs)은 그들에 의해 생산된 유기물의 상당량을 용존유기탄소(DOC: Dissolved organic carbon) 상태로 방출하며, 방출된 DOC는 종속영양박테리아(Heterotrophic bacteria)에 의해 흡수되고 이 박테리아는 다시 종속영양생물인 편모충류(Heterotrophic nanoflagellates)와 소형 섬모충류(Ciliates)에 의해 포식되는 일련의 과정이 microbial loop다.

빈 영양 해역(서북 지중해: Ligurian sea)의 표영 생태계 내에서 계절별 미세생물의 먹이망에 대해 연구로서 미세생물의 3 group 즉 Picoplankton(2 μ m 이하)과 Nanoplankton(2~20 μ m) Microplankton(20~200 μ m)들을 대상으로 미세생물 내에서의 독립영양생물과 종속영양생물의 biomass와 각각의 미세생물의 성장률, 생산량, 및 각 개체군 사이의 물질 흐름의 효율을 측정하였다.

Ligurian Sea에서의 100 μ m 이하의 총 탄소량(POC:particle organic carbon)은 19.06~121.84 μ g C-l⁻¹였고, 4월에 수표와 7~10월에 20~30m에서 80 μ g C-l⁻¹이상의

높은 농도가 관찰 되었다. 미세독립영양생물에 대한 bacteria의 biomass의 비는 0.1~2.0 (평균0.6) 이었고 독립영양생물 중 microphytoplankton의 수확 현상을 나타낸 시기를 제외하고 autotrophic nanoflagellates가 42%로 우점을 보였다. 또한 미세중속영양생물에서는 bacteria가 38%와 heterotrophic nanoflagellates가 28%, ciliates가 35%를 보였다. 미세생물 각 개체군의 평균 순성장률은 미세중속영양생물은 1일인 반면, 미세독립영양생물은 약 1.5일로 관찰 되었다. Bacteria의 biomass와 그의 순성장률은 역 상관관계를 보였으며($r=-0.48$, $p<0.05$), bacteria와 그의 포식자들의 순성장률의 상관관계에서도 역상관관계($r=-0.56$, $p<0.05$)로 나타났다.

Bacteria와 cyanobacteria의 통합 생산량은 $4.98\sim 17.36 \mu\text{g C l}^{-1} \text{ d}^{-1}$ 이었고, 그들의 포식자 의한 포식량은 $3.98\sim 14.25 \mu\text{g C l}^{-1} \text{ d}^{-1}$ 를 보였다. 또한 Ciliates에 의한 pico-와 nanoplankton의 포식량은 $11.98\sim 46.88 \mu\text{g C l}^{-1} \text{ d}^{-1}$ 였다. 계절별 각 개체군의 물질이동 효율(%)은 heterotrophic flagellates는 동.하절기에 79%와 봄에 75%, 가을에 95% 였고, ciliates는 겨울에 84%와 봄에 87%, 여름과 가을에 100% 이상의 효율을 보였다 (그림 2.).

결과적으로, 미세생물 내의 피식자와 포식자 사이의 효율은 계절에 따라 다르게 나타났다. 일반적으로 피식자인 Bacteria의 생산량은 그의 포식자인 heterotrophic nanoflagellates만에 의해 조절이 되지 않고, 더우기 소형 ciliates(20 μm 이하)와 mixotrophic nanoflagellates도 함께 일익을 담당했으리라 사료된다. 또한 ciliates인 경우, 단지 nanoplankton의 생산량에만 관여하는 것이 아니라 picoplankton과 소형 ciliates 및 일부 microphytoplankton의 생산량도 때로는 관여 하는 것으로 사료된다.

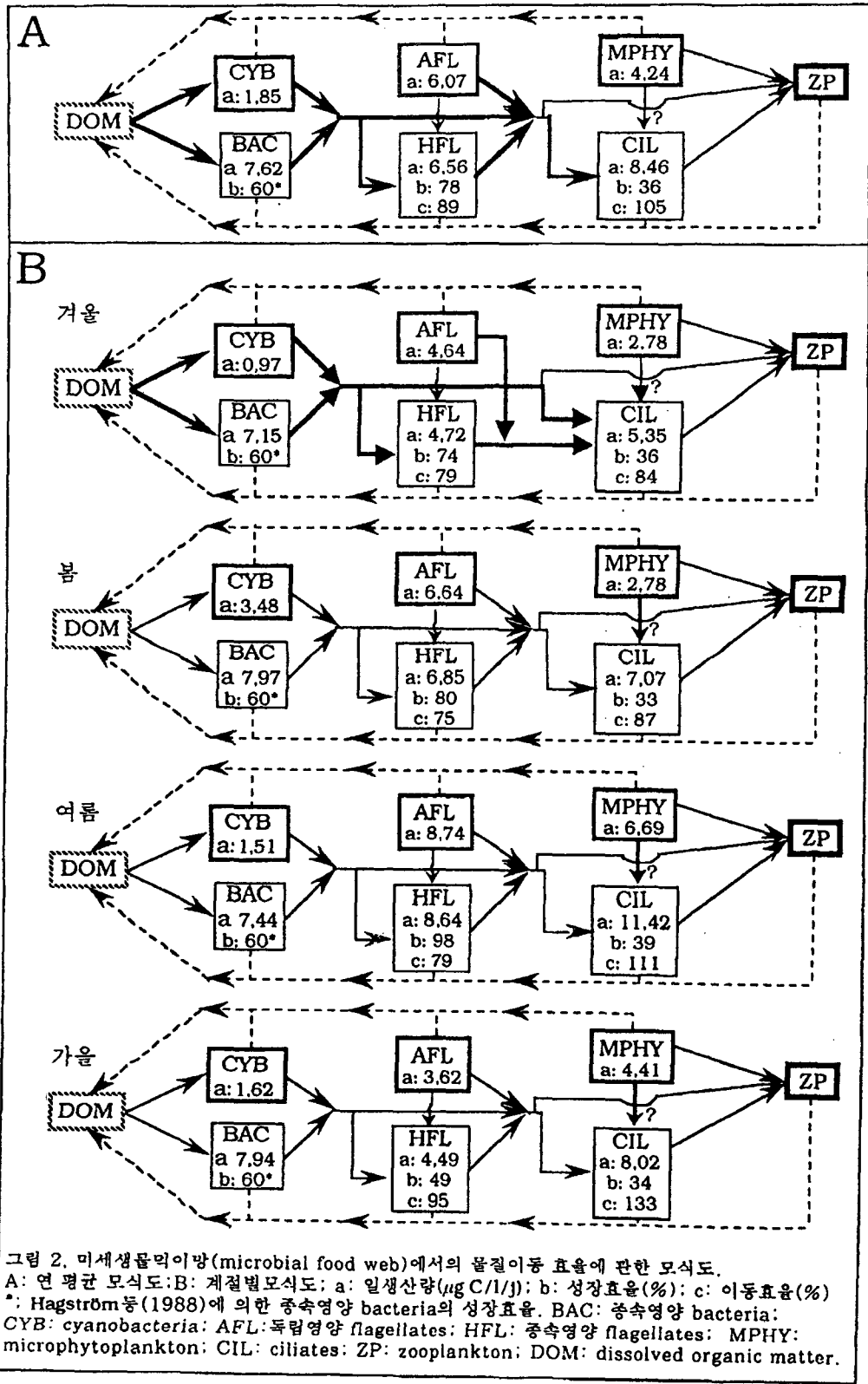


그림 2. 미생물먹이망(microbial food web)에서의 물질이동 효율에 관한 모식도.
 A: 연 평균 모식도; B: 계절별 모식도; a: 일생산량($\mu\text{g C}/1/\text{j}$); b: 성장효율(%); c: 이동효율(%)
 *: Hagström 등(1988)에 의한 중속영양 bacteria의 성장효율. BAC: 중속영양 bacteria;
 CYB: cyanobacteria; AFL: 독립영양 flagellates; HFL: 중속영양 flagellates; MPHY:
 microphytoplankton; CIL: ciliates; ZP: zooplankton; DOM: dissolved organic matter.