

참돔, *Pagrus major*,仔魚의 飢餓時 形態 變化

明正求 · 金鍾萬 · 金容億*

韓國海洋研究所; *釜山水產大學校 資源生物學科

1988年 7月 慶南 統營郡 山陽面 달아마을의 成志實業(株) 培養場의 室內水槽에서 自然 產卵된 참돔 受精卵를 孵化 飼育시키면서 飢餓時 참돔仔魚의 形態變化를 조사하였다.

1. 참돔 孵化仔魚는 孵化 2日後부터 먹이(rotifer)를 먹기 시작하였으며, 먹이를 투여하지 않았던 實驗區에서는 孵化 5日後 100%死亡하였다. 孵化 3日後와, 4日後 먹이를 투여하기 시작하였던 實驗區는 孵化 6日後 100%死亡하였다.

2. 참돔仔魚는 飢餓時 全長, 體長, 筋節 높이와 腸 높이의 부위가 감소 성장하였으며 이중 腸 높이가 가장 크게 감소하였다.

3. 正常, 飢餓個體 사이의 魚體 각 부위의 比率 中 腸 높이(GH)/筋節높이(MH)가 가장 큰 變化 폭을 나타내어 孵化 3日後의 正常個體는 0.597, 飢餓個體는 0.636, 孵化 5日後의 正常個體는 0.010, 飢餓個體는 0.306이었다.

4. 孵化 6日後의 飢餓狀態의 仔魚는 턱이 뾰족해지며, 鎖骨의 아래 基部와 後頭部(上鎖骨 위쪽 基部)가 튀어 나오고, 腸이 가늘게 나타났다.

緒 論

참돔, *Pagrus major*은 농어亞目, 도미科에 속하며, 우리나라의 中部 以南, 日本, 中國 및 하와이 등지의 沿海에 分布하는(鄭, 1977), 高級魚種으로서 최근들어 種苗生産 및 養殖에 대한 研究와, 事業이 활발히 進行되고 있는 魚種이다.

海産魚 仔魚의 生存率, 水溫, 먹이등의 環境要素와 알, 仔魚의 크기, 卵黃과 油球의 質, 成長率, 攝餌習性 등의 種이 가지는 특질의 相互作用에 따라 좌우되며(May, 1974; Hunter, 1981), 時期的으로는 卵黃을 완전히 흡수하여 內部營養에서 外部營養으로 營養源을 전환하는 時期와 仔魚期에서 稚魚期로 轉換하는 變態期가 危險期로 알려져 있다(田中, 1972).

참돔의 初期生活史에 관한 研究로는 卵發生과 初期形態(福原, 1969), 營養(佐藤等, 1972), 仔稚魚期の 形態(福原, 1976a, b, 1978, 1984a), 仔稚魚期の 器官形成과 生態의 관계(山下, 1978; 福原, 1984b)등이 있다. 海産魚類의 初期生活史에 있어서의 飢餓에 대한 研究로는 *Leuresthes tenuis*(May, 1971), *Trachurus symmetricus*(Theilacker, 1978), *Leiostomus xanthurus*(Powell and Chester, 1985), *Gadus morhua*, *Platichthys flesus*(Yin and Blaxter, 1986)등에 대한 營養, 組織, 形態學的인 報告가 있으며, 참돔에 대해서는 飢餓가 生存, 成長 및 發育에 미치는 影響(福原, 1974; 白, 1986)은 있으나 飢餓時 形態變化에 대한 報告는 없다.

本 實驗은 참돔 仔魚期の 營養 狀態 評價를 위해 1988年 7月 人工種苗 生産된 참돔 仔魚를 대상으로 飢餓時의 生存率 및 形態 變化를 조사하였다.

材料 및 方法

本實驗은 1988年 7月 慶南 統營郡 山陽面 달아마을에 위치한 成志實業(株) 室內 培養場에서 실시하였다. 卵은 40톤 親魚水槽에서 自然 産卵된 것을 사용하였으며, 卵을 給餌水槽(1톤)과 無給餌水槽(0.5톤)에 각각 4g(약 6,000개), 2g(약 3,000개)을 수용하였으며, 孵化가 완료된 이후에는 流水式으로 飼育하였다.

實驗期間중 水溫범위는 23.0 -25.3°C였고 溶存酸素量은 6.2-6.7ppm, 比重은 1.023-1.024 범위였다. 無給餌水槽는 實驗期間동안 먹이를 투여하지 않았으며, 給餌水槽는 孵化 2日後(孵化 3日째)부터 2次培養된 rotifer를 5-10개체/ml가 되도록 매일 3회씩 투여하였다. 飢餓 狀態에서의 回復 可能性을 알아 보기위하여 孵化 3日(1日 飢餓), 4日後(2日 飢餓)에 無給餌區에서 100마리씩 無作爲 抽出하여 10 l 水槽로 옮긴 후 rotifer를 공급하면서 生存率을 조사하였다.

魚體의 각 부위별 측정은 매일 給餌區와 無給餌區에서 仔魚를 15마리씩 無作爲 抽出하여 麻醉劑(MS 222)와 얼음으로 마취시킨 후, 立體顯微鏡으로 魚體 부위를 측정하고 스케치하였다(Fig. 1).

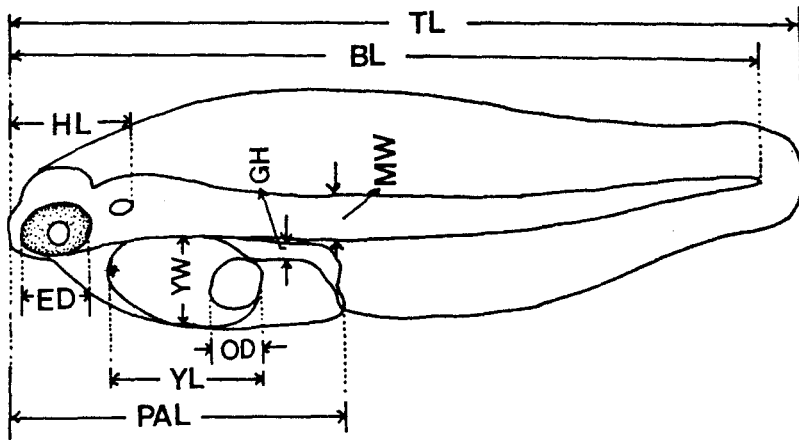


Fig. 1. Dimensions of the larval red sea bream: ED, eye diameter; HL, head length; PAL, preanal length; YL, yolk length; YW, yolk width; OD, oil globule diameter; GH, gut height; MH; myotome height; BL, body length; TL, total length.

結 果

1. 給餌區와 無給餌區의 生存率

給餌區와 無給餌區의 孵化後 6日동안의 生存率變化는 Fig. 2에 나타내었다.

그림에서 보는바와 같이 孵化 4日後까지는 生存率이 각각 83%, 82%로 비슷하였으나, 6일째 孵化 5日後 給餌區는 80%이상을 유지한 반면, 無給餌區는 100% 死亡하였다.

一定 時間 飢餓後에 먹이 공급에 따른 참돔 仔魚의 回復 可能性을 알아 보기 위하여 1日 飢餓(孵化 3日後), 2日 飢餓(孵化 4日後)후에 처음으로 먹이를 투여한 實驗區에서는 大量 斃死가 일어나 孵化 6日後에 100% 死亡하였다.

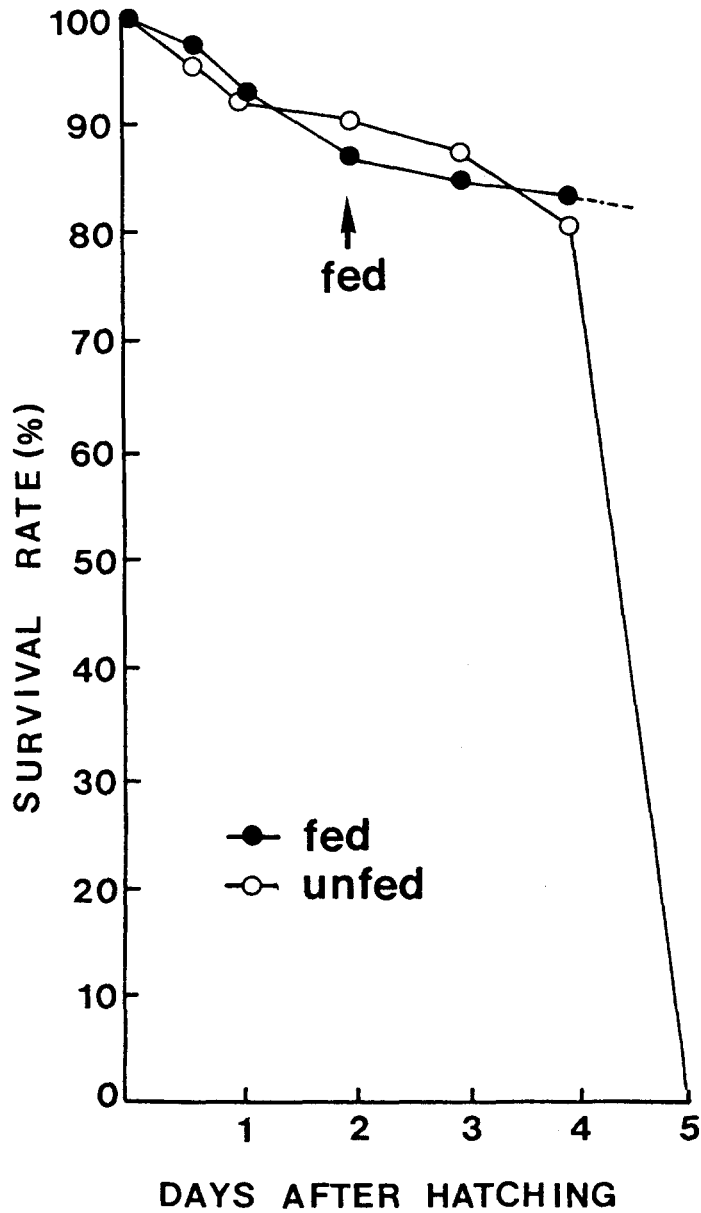


Fig. 2. Survival curves for unfed and fed larvae after hatching.

2. 飢餓的 魚體 各 部位의 成長

飢餓時의 形態的 變化를 알기 위하여 全長(TL), 體長(BL), 肛門體長(PAL), 眼徑(ED), 筋節 높이(MH) 및 腸의 높이(GH)의 變化를 조사한 결과는 Fig. 3, 4에 나타낸 바와 같다.

孵化 仔魚의 全長은 平均 2.7mm (이하 평균값)였으며, 1日後 2.96mm, 2日後 3.01mm로 成長하였고, 給餌區는 孵化 3日後부터 빠른 成長을 나타내어 孵化 5日後 3.14mm가 되었다. 반면 먹이를 투여하지 않았던 實驗區의 全長은 2日後부터 4日後까지 거의 成長하지 않았으며 5日後는 2.80mm로 줄어 들었다. 體長은 全長과 거의 비슷한 경향을 나타내었다(Fig. 3).

肛門體長(PAT)은 孵化 直後 1.18mm로 肛門이 몸의 中央보다 약간 앞쪽에 위치하고 있었으며, 給餌區에서는 成長함에 따라 肛門體長이 조금씩 증가하였고, 無給餌區에서는 變化가 거의 없다가 孵化 5日後에는 1.08mm로 조금 줄어드는 경향을 나타 내었다(Fig. 3)

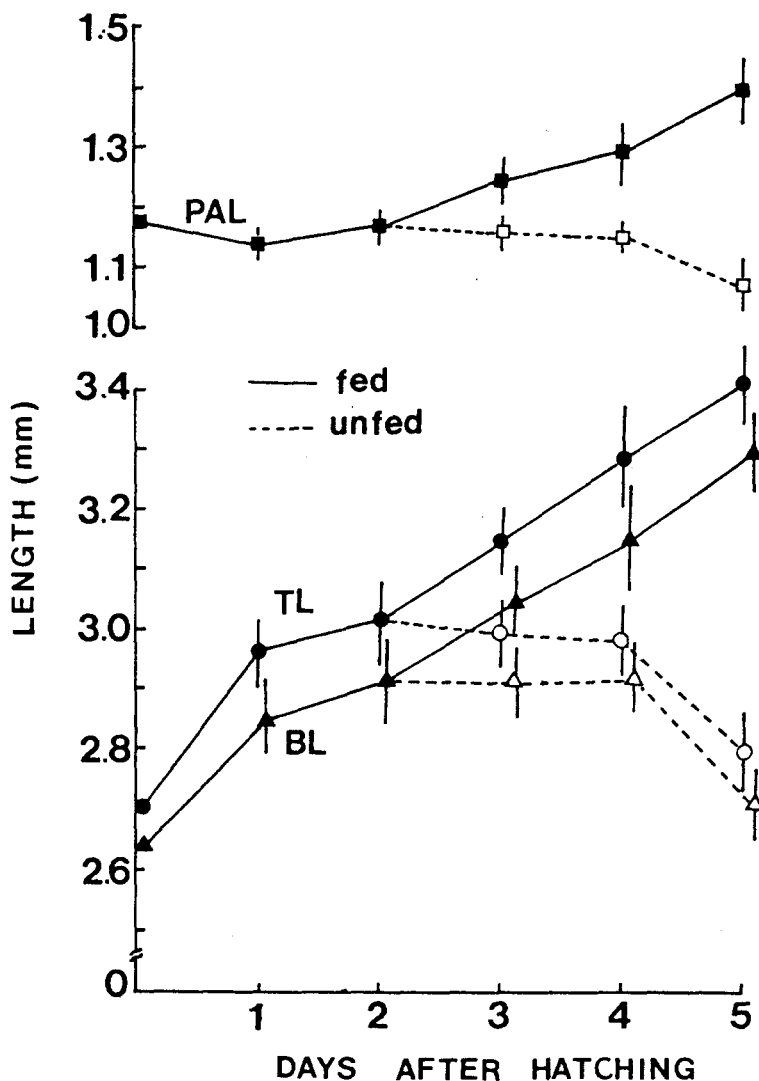


Fig. 3. Changes in metric characters of unfed, compared with fed larvae of red sea bream; Vertical bars indicate 95% confidence limits; TL, total length; BL, body length; PAL, preanal length.

筋節높이(MH)는 給餌區의 경우 孵化 2日後부터는 계속 成長해 5日後에는 0.23mm였으며, 無給餌區의 경우 孵化 3日後부터는 0.16mm 전후로 유지되었다. 腸높이(GH)는 給餌區의 경우 孵化 2日後부터 급격히 成長하여 3日後는 0.12mm, 5日後는 0.23mm였다. 그러나 無給餌區는 4日째까지는 증가하지만 그 후 감소하여 變化 5日後 0.05mm였다. 眼徑(ED)은 孵化 直後 0.27mm였고 그후 給餌區는 증가하고 無給餌區는 약간 감소하는 경향을 보여 孵化 5日後는 給餌區가 0.28mm, 無給餌區가 0.21mm였다(Fig. 4).

卵黃길이(YL)는 孵化 直後 平均 0.16mm였으나 1日後에는 0.17mm로 급격히 감소하였다. 給餌區의 경우 孵化 3日後 卵黃이 거의 흡수됨을 볼 수 있었고 無給餌區의 경우 孵化 4日後 거의 흡수되었다. 卵黃幅(YW)은 孵化 直後 0.38mm로부터 서서히 감소하여 給餌區는 孵化後 3日만에, 無給餌區는 孵化後 4日만에 거의 100% 吸收하였다(Fig. 5).

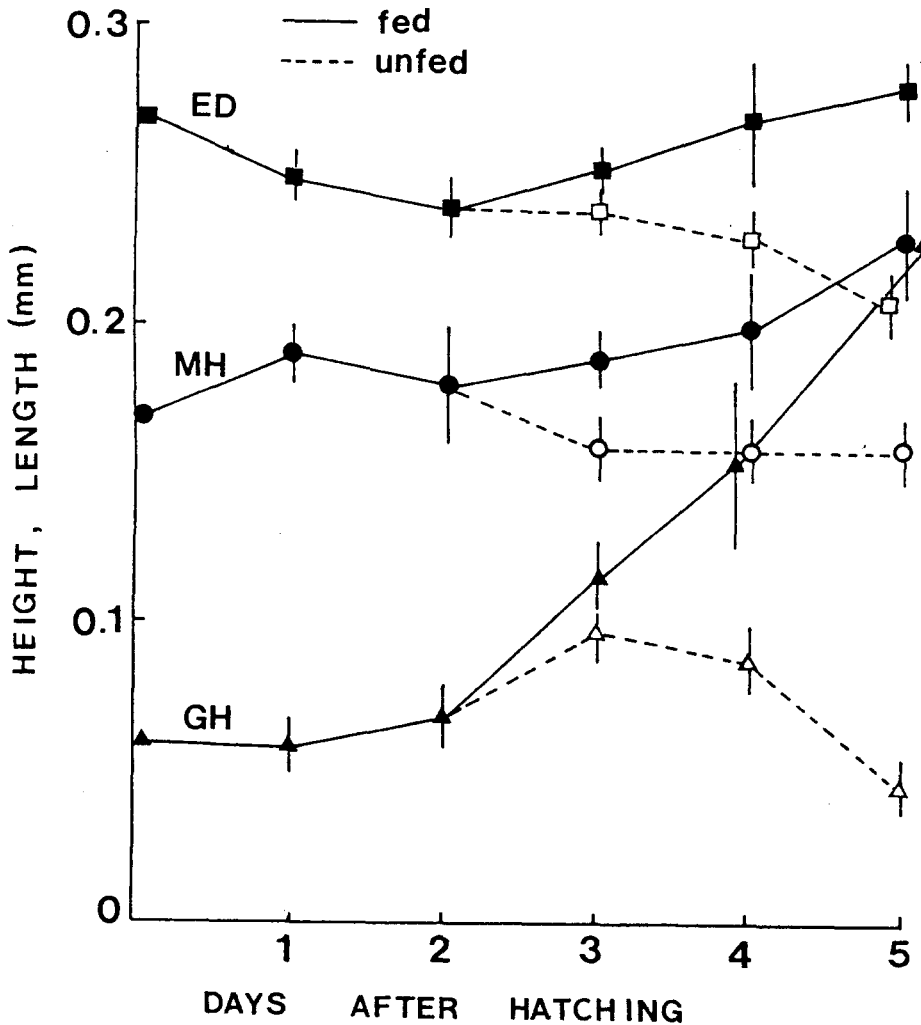


Fig. 4. Changes in metric characters of unfed, compared with fed larvae of red sea bream; Vertical bars indicate 95% confidence limits; ED, eye diameter; MH, myotome height; GH, gut height.

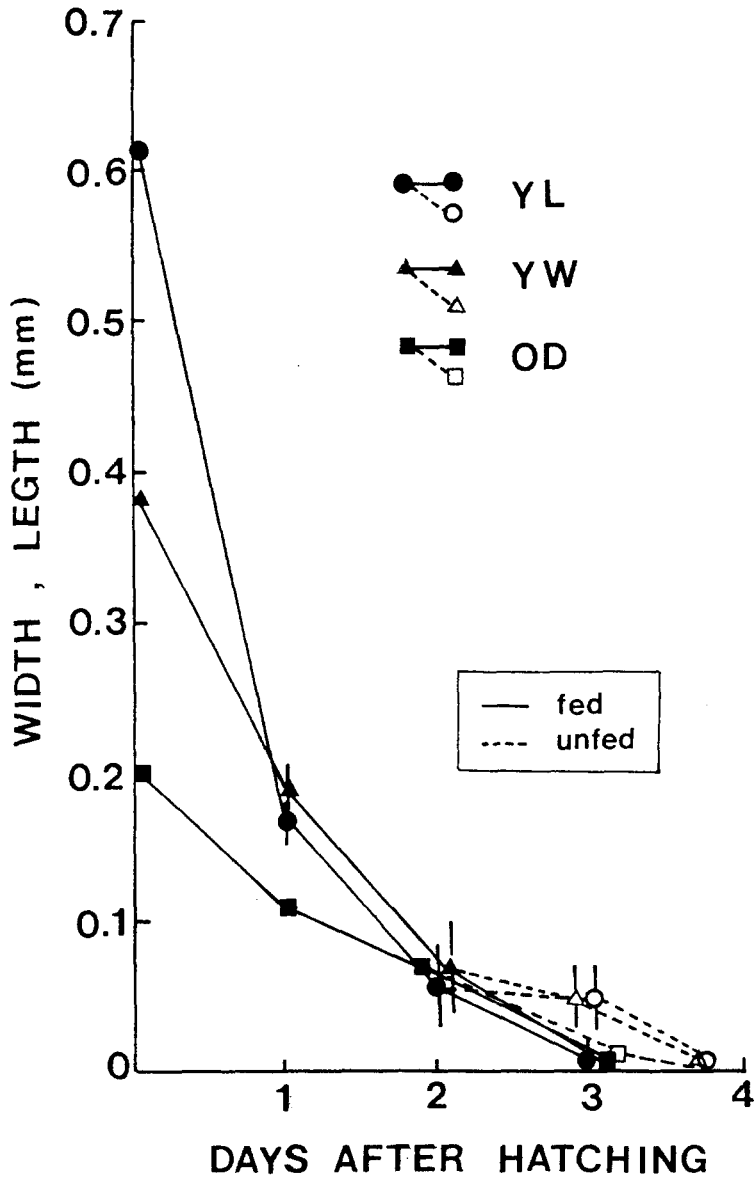


Fig. 5. Changes in metric characters of unfed, compared with fed larvae of red sea bream; Vertical bars indicate 95% confidence limits; YL, yolk length; YW, yolk width; OD, oil globule diameter.

이들 몸 각 부위의 成長 차이를 비교하여 仔魚의 營養 狀態를 判定하기 위하여 腸높이/筋節높이 (GH/MH), 筋節높이/體長 (MH/BL) 및 腸높이/體長 (GH/BL)의 變化를 조사한 결과는 Fig. 6에 나타내었다. 각 비율중 飢餓時 큰 變化를 나타낸 것은 腸높이/筋節높이와 腸높이/體長이었다. 腸높이/體長은 孵化 直後 0.021, 孵化 3日後에는 給餌區와 無給餌區가 각각 0.038, 0.035로 큰 차이가

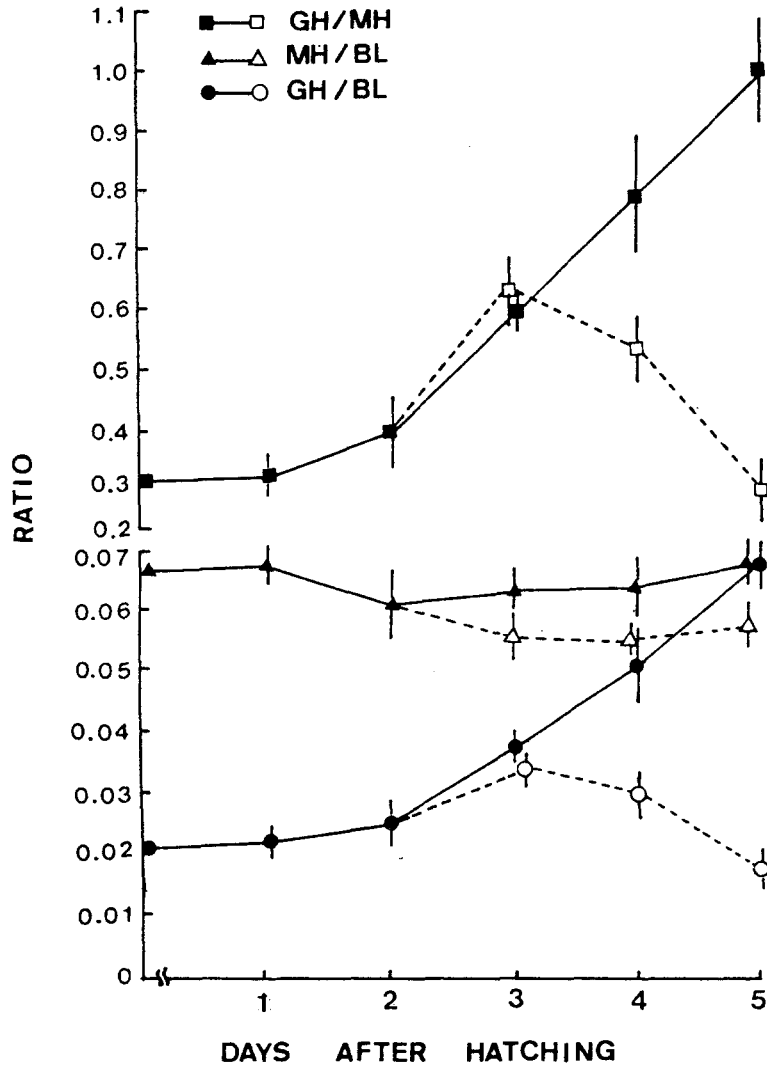


Fig. 6. Ratios of metric characters at hatching and feeding stage of unfed, compared with fed larvae of red sea bream; BL, Body length GH, gut height; MH, myotome height; solid line, fed group; dashed line, unfed group; vertical bars indicate 95% confidence limits.

없으나 그후 給餌區가 빠른 증가를 나타낸 반면 無給餌區는 오히려 감소하여 孵化 5日後에는 각각 0.068, 0.018로 큰 차이를 나타내었다. 腸 높이/筋節 높이는 가장 큰 變化 幅을 나타내었는데 孵化 5日後에는 給餌區가 1.010, 無給餌區가 0.306로 給餌區가 無給餌區에 비하여 약 3배 가까이 증가하였다.

3. 飢餓時의 外部 形態 變化

孵化 直後의 仔魚는 커다란 卵黃을 가지고 있으며 卵黃을 위로하여 거꾸러 수면에 매달린 상태로

떠 있다. 약 12時間이 지나면 눈이 着色되기 시작하며 상당히 흡수된 卵黃의 뒷쪽에는 막지느러미가 발달한다(Fig. 7, A). 孵化 3日後 腸이 꼬이기 시작하며 먹이를 투여한 實驗區에서는 仔魚의 腸속에 먹이가 확인되었다. 孵化 4日後 無給餌區의 仔魚(全長 2.99mm)는 給餌區의 仔魚(全長 3.29 mm)와 비교할 때 턱이 뾰족한 形態를 띠고 腸이 가늘어져 있음을 볼 수 있었다(Fig. 7, B1, B2).

孵化 5日後 無給餌區의 仔魚는 대부분 水槽 바닥부근에서 머리를 아래로하여 머물러 있는데 이때의 仔魚는 鎖骨의 아래 基部와 後頭部 部分(上鎖骨의 끝부분)이 뾰족하게 되고 腸은 매우 가늘어져 있다.

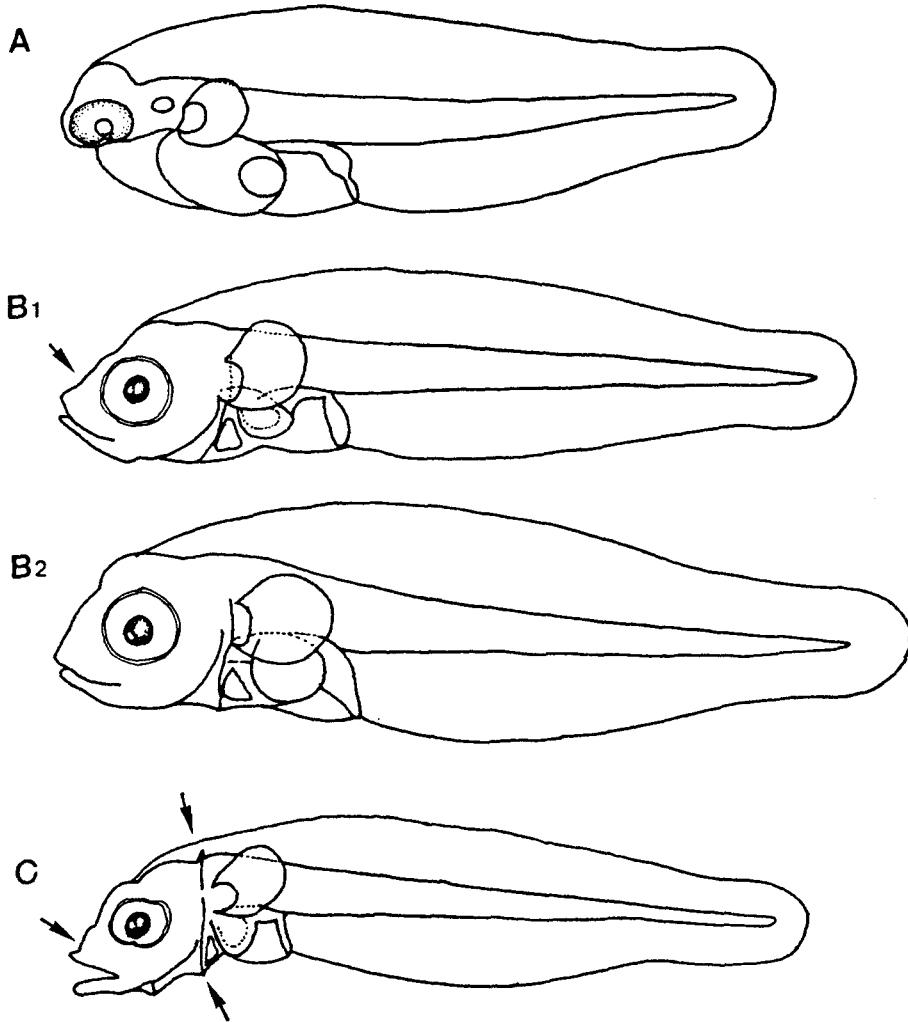


Fig. 7. Morphological characters of the fed and unfed larvae of red sea bream: A, 1/2 days after hatching, 2.70 mmTL; B1, 4 days after hatching unfed larva, 2.99 mmTL; B2, 4 days after hatching, fed larva, 3.39 mmTL; C, 5 days after hatching, moribund larva, 2.80 mmTL.

考 察

海産魚의 仔魚는 대부분 일정기간의 플랑크톤 생활을 거치며, 이 時期의 生存率은 水槽, 먹이등의 環境要素와 알의 크기, 卵黃의 質 등 種 자체가 가지고 있는 特質간의 相互作用에 따라 크게 좌우 된다고 알려져 있다(May, 1974; Hunter, 1981). 최근에 참돔, 넙치, 복어 등의 高級 魚種의 種苗生産의 필요성과 生態 및 資源量을 파악하기 위하여 이들 魚類의 初期生活 段階에서 大量 斃化를 일으키는 時期(critical period)는 卵黃을 흡수하고 外部로부터 먹이를 섭취하기 시작하는 時期와 形態의 成魚를 닮게 되는 과정인 變態 時期이며(May, 1971; 田中, 1972), 먹이를 먹기 시작하는 時期의 仔魚의 營養 狀態는 初期仔魚의 生存率에 큰 影響을 미칠 뿐만 아니라 그 후의 成長에도 큰 影響을 미치는 것으로 알려져 있다 (Roger and Westin, 1981).

참돔 仔魚는 孵化 2日後 卵黃을 거의 흡수하였을 때 먹이를 먹기 시작하였으며 그때의 生存率은 87%로 높았는데 먹이를 투여하지 않았던 實驗區는 孵化 4日後 生存率이 80%였으나 飢餓로 말미암아 5日後 100% 死亡하였다. 또 일정기간 飢餓후의 回復 可能性을 알아보기 위하여 孵化 3日後(1일 飢餓), 4日後(2일 飢餓) 먹이를 투여하였던 實驗區의 仔魚도 6日後 100% 死亡하므로써, 水溫 23.0-25.3°C에서 참돔 仔魚가 치명적인 飢餓 狀態 즉, PNR(poin-of-no return)에 이르는 時期는 孵化後 2-3日 사이에 존재한다고 할 수 있겠다. 참돔은 여름철에 알을 낳으므로 그 發育 段階가 빨라서 겨울철에 產卵하여 仔魚期가 긴 *Gadus morhua*(대구류)나 *Platichthys flesus*(강도다리류; Yin and Blaxter, 1986)에 비하여 飢餓時 PNR에 이르는 時期가 빠르고 일단 飢餓狀態가 되면 회복도 어려운 것으로 나타났다.

魚類 仔魚가 飢餓狀態에서 견디는 시간은 種마다 다르며(May, 1971; Theilacker, 1978; McGurk, 1984; Bagarinao, 1986), *Coregonus larareus*(Dabrowski et al., 1986)의 仔魚와 같이 2-3 주동안의 飢餓後에도 먹이를 먹으면 정상적인 成長을 하는 種도 있다. 또 魚類의 仔魚는 PNR이 이미 지나 결국 死亡한 個體도 일정 기간 飢餓狀態에서 生存이 가능하므로(Bagarinao, 1986) 自然 狀態에서 採集한 個體를 대상으로 그들의 生態나 資源을 파악하려 할 때에는 仔魚의 營養狀態를 고려하여야 한다.

참돔은 몸의 부위중 全長, 體長, 眼徑, 筋節높이, 腸높이에서 먹이를 먹은 個體와 飢餓 個體간에 큰 차이를 보았으며, 筋節높이를 제외하면 孵化 4,5日後的 飢餓個體의 몸 각 부위는 감소하는 경향을 나타내었다. 飢餓시의 이러한 감소는 striped bass 仔魚에서도 볼 수 있었는데, 이것은 먹이를 먹지 못한 仔魚가 生存을 위하여 몸의 組織을 소비하면서 일정 기간을 견디기 때문으로 알려져 있다 (Rogers and Westin, 1981).

참돔 仔魚의 몸 각 부위의 비를 조사한 결과, 먹이를 먹은 正常 個體와 飢餓狀態인 個體間에 가장 뚜렷한 차이를 나타낸 것은 腸높이/體長과 腸높이/筋節높이로 *G. morhua*나 *P. flesus*(Yin and Blaxter, 1986)의 경우와 동일하였다. 이는 飢餓時 먹이를 먹지 못한 個體의 腸이 급격히 줄어들었기 때문으로 생각되며 이와같은 비율의 變化로 미루어보아 自然에서 채집한 참돔 仔魚의 營養수준은 腸높이와 筋節높이를 측정해 봄으로써 판단이 가능하리라 생각된다.

仔魚期의 發育 速度, 生存率 및 먹이를 먹기 시작하는 時期는 外部環境, 특히 水溫에 큰 影響을 받고 있으며(Rogers, 1976; Seikai et al., 1986), 그 외에도 鹽分濃度, 먹이密度 등의 要因에 의하여 影響을 받고 있다. 그러므로 自然狀態에서의 營養狀態를 파악하고 나아가 魚類初期生活史의 critical period를 규명하기 위한 PNR에 대한 研究는 이러한 環境要因과 種的 要因을 포함하여 검토되어야 하겠다.

引用 文 獻

- 白鍾煥, 1986. 참돔, *Chrysophrys major*의 種苗生産時 仔稚魚期の 먹이供給 시작 時期가 成長과 生存率에 미치는 影響. 釜山水大 博士學位論文: 1-28p.
- Bagarinao, T. 1986. Yolk resorption, onset of feeding and survival potential of larvae of three tropical marine fish species reared in the hatchery. Mar. biol. 91: 449-459.
- Dabowski K., Takashima F. and C. Strussmann. 1986. Does recovery growth occurs in larval fish (short paper). Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 52(10):189p.
- 鄭文基. 1977. 韓國魚圖譜. 一志社: p361-362.
- 福原 修. 1969. 마다이의卵發生と初期における形態의變異についての觀察. 水産増殖, 17(2): 71-76.
- _____. 1974. 初期의飢餓가마다이仔魚의生残り, 成長および發育に及ぼす影響について. 南西海區水産研究所業績, 40: 19-29.
- _____. 1976a. 마다이稚仔魚의形態學的研究-I. 鱗의形成について. 南西水研報, 9: 1-11.
- _____. 1976b. 마다이稚仔魚의形態學的研究-II. 初生鱗의發生と生長. 南西水研報, 9: 13-18.
- _____. 1978. 마다이稚仔魚의形態學的研究-III. 斑紋의形成, 南西水研報, 11: 1-8.
- _____. 1984a. 마다이稚仔魚의形態學的研究-IV. 幼期의外部形態と成長. 南西水研報, 16: 85-94.
- _____. 1984b. 마다이稚仔魚의器官形成と生態의關係. 海洋と生物, 36(Vol. 6-No. 3): 184-190.
- Hunter, J. R. 1981. Feeding ecology and predation of marine fish larvae. In: Marine fish larvae: pp 34-77. Ed. by R. Lasker. Seattle Washinton Sea Grant Program.
- May, R. C., 1971. Effect of delayed initial feeding on larvave of the grunion *Leuresthes tenuis*(Ayres). Fish. Bull., 69(2): 411-425.
- _____, 1974. Larval mortality in marine fishes and the critical period concept. In: The early life history of fish: pp 3-19. Ed. by J. H. S. Blaxter. New York: Springer Verlag.
- McGurk, M. D. 1984. Effects of delayed feeding and temperature on the age of irreversible starvation and on the rates of growth and mortality of Pacific herring larvae. Mar. Biol., 84: 13-26.
- Powell, A. B., and A. J. Chester. 1985. Morphometric indices of nutritional condition and sensitivity to starvation of spot larvae. Trans. Ame. Fish. Soc., 114: 338-347.
- Rogers, C. A. 1976. Effects of temperature and salinity on the survival of winter flounder embryos. Fish. Bull., 74(1): 52-58.
- Rogers, B. A., and D. T. Westin. 1981. Laboratory studies on effects of temperature and delayed initial feeding on development of striped bass larvae. Trans. Ame. Fish. Soc. 110: 100-110.
- 佐藤正明, 伏見 徹, 高山晴義. 1972. 마다이稚仔魚期の營養に關する研究-I. 合成飼料とツオミズツボクムシを與えて飼育した場合の成長, 生存率의比較. 水試研報, 3: 9-20.
- Seikai, T., Tanangonan J. B., and M. Tanaka 1986. Temperature influence on larval growth and metamorphosis of the Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* in the laboratory. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 52(6): 977-982.
- 田中 克. 1972. 仔魚의消化系의構造と機能に關する研究-IV. 攝餌にともなう腸前部および中部上皮層의變化と脂肪의吸收. 魚雜 19(1): 15-25.
- Theilacker, G. H. 1978. Effect of starvation on the histological and morphological characteristics of jack mackerel, *Trachurus symmetricus*, larvae. Fish. Bull. 76(2):403-414.
- 山下金義. 1978. 마다이仔魚의形態의分化について. 魚雜 25(2): 141-148.
- Yin, M. C. and J. H. S. Blaxter. 1986. Morphological changes during grow and starvation of larval cod(*Gadus morhua* L.) and flounder(*Platichthys flesus* L.). J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 104:215-228.

**Morphological changes during starvation of larvae
of red sea bream, *Pagrus major***

Jung-Goo Myoung, Jong-Man kim, and Yong Uk Kim*

Korea Ocean Research and Development Institute

Ansan, Kyonggi-do, 425-600, Korea

* Department of Marine Biology, National Fisheries University

of Pusan, Nam-gu, Pusan, 608-737, Korea

The influence of starvation on morphological change of the red sea bream larvae was examined at Song-ji fish hatchery, Tongyong-Gun, Kyongnam Provice in July 1988.

The results obtained are as follows :

1) The larvae of red sea bream began to feed on rotifers in 2 days after hatching. In case of non-feeding, all of the larvae died in 5 days after hatching and the larvae which feeding delayed 1 and 2 days from normal first feeding schedule also died 100% in 6 days after hatching.

2) With the exhaustion of the yolk, the total length, body length, myotome height and gut height of unfed larvae decreased.

3) The ratio of height to myotome height in unfed larvae has declined most rapidly compare to other demensions while starving. At 5 days after hatching, the ratios of these of starving larvae and fed larvae were 0.306 and 0.010, respectively.

4) The morphology of starving larvae at 6 days after hatching are characterized as sharpened jaw, projected edge of lower part of clavicle and slender gut.