

濟州道產 자리돔의 Isozyme 電氣泳動에 의한 系群檢出에 關한 研究

양상훈 · 정상철
해양과학대학 증식학과

Study on the Stock Discrimination by Isozyme Electrophoresis of *Chromis* in Coastal Waters of Cheju Island

Sang Hoon YANG · Sang Chul CHUNG

Dept. Aquaculture, Cheju National Univ.

Morphological characteristics, length composition, and genetic variations of isozymes of Damselfish (*Chromis* sp.) had been studied for the determination of species groups of these fish in Cheju Island, Korea. Fish were collected from six different stations along the Cheju Coastal Waters from January 1986 to July 1988.

1. The length compositions of *Chromis* sp. were various among the sampling stations in the same year and were various in each sample in a different sampling year.
2. Sampled fish in the Seogwipo station were composed of various age groups and the oldest group among them was 7 years old.
3. There were three modes (42.5, 44.0, and 47.0%) of relative growth $\{(body\ height/standard\ length) \times 100\}$. There were no significant relative growth values of the length group (5.8~6.4cm) of a sampling period (July 1988) at Seogwipo, Moseulpo, Donggwi and Seongsanpo stations.
4. The fish from Hanrim station showed many genetic variations of phenotypes of α -GPDH, SoDH and PGM. There were some genetic variations of ACP in Moseulpo, Hanrim, and Seongsanpo stations. Also, 2 genetic variations of LDH and 3 genetic variation of MDH were found.
5. According to the results of the modes of relative growth and the genetic variations of Isozymes, it is possible to assumed that there are more than one species of *Chromis* in Cheju Coastal Waters.

緒 論

자리돔 (*Chromis*) 은 자리돔과 (Pomacentridae) 에 屬하는 沿岸 岩礁性 魚類로써 우리나라 다도해 以南과 濟州道沿岸 그리고 日本 中部以南 및 東支 那海를 비롯한 열대海域에도 分布하고 있으며 (Aoyagi, 1941; Carcasson, 1977; Randall et al.,

1973, 1981), 특히 水産廳이 '86年 아시아경기와 '88年 올림픽 개최를 계기로 濟州道の 特産 水産物로써 選定한 魚種이기도 하다 (高, 1983).

자리돔과에 屬하는 種은 側線上的 鱗數, 새파數, 脊椎骨數, 지느러미의 가시 및 軟條數 등의 形質과 體長에 대한 體高의 比成長을 기준으로 하여, 日本 近海에 11種 (松原, 1971), 日本과 대만 근해에 21

種(Randall et al., 1981)이 分類되어 있다.

이외에도 자리돔의 분류에 관한 많은 논문들이 있다(Allen, 1976; Kamohara, 1960; Moyer & Ida, 1976).

濟州道 周邊 자리돔 역시 地域間에 漁獲되는 크기에 따라 差異를 나타내고 있으나 같은 種으로 취급하고 있을 뿐 生活領域을 달리하는 몇개의 小群集이 存在하고 있는지 조차 밝혀져 있지 않고, 生活史를 비롯한 各種 生態學的 研究가 미흡한 實情이다. 한편, 集團의 分類에 있어서 筋肉蛋白質內의 Isozyme의 遺傳型質을 生化學的方法으로 究明하여 種 特有的 性質을 觀察함이 보다 우수한 방법(Jelnes, 1977; Smith, 1986; 藤尾, 1984)으로 報告되고 있다.

따라서 자리돔의 成長에 따른 體長組成 等の 形態의 特性과 병행하여 筋肉蛋白質 Isozyme Pattern을 Statchgel 電氣泳動으로 실시한 地域間의 差異를 조사하여 자리돔의 分類에 대한 基礎的 資料를 제공하고자 本 研究를 實施하였다.

材料 및 方法

本 研究에 使用된 材料는 1986年 1월부터 1988年 7월까지 濟州道 西歸浦 沿岸을 비롯하여 사계리, 모슬포, 한림, 동귀리, 성산포에서 채집된 자리돔을 임의로 選定하였다(Fig. 1).

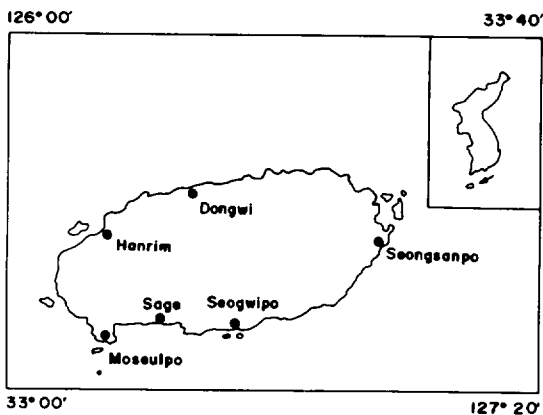


Fig. 1. Map of Cheju island showing the six places, at nearly sea coasts of which specimens of *Chromis* for the study were collected.

採集된 材料中에서 形態學的 測定 및 分類에 利用한 자리돔(地域當 約 200尾)은 全長 및 體長, 體高等을 0.01cm, 體重은 0.01g까지 計測하였다. 體高와 標準體長과의 比成長($10^2 \times BH/SL$) 分布로서 各 地域別 자리돔의 特性을 比較하였고, 또한 體長組成과 耳石으로서 자리돔의 壽命 및 年齡범위를 推定하였다. 電氣泳動用 材料는 살아있는 狀態로(지역당 約 50尾) -70°C 超低溫 냉동고에 保管하였다가 解氷 後 얼음위에서 筋肉을 오려내어 무계當 2배의 Homogenizer buffer(0.05M Phosphate + 1ml EDTA, pH 9.0)을 섞어서 低溫遠心分離(0~4°C, 10,000rpm, 15분간) 시킨 後 上等液을 試料로 使用하였다. 이 試料는 가수분해 시켜둔 自家전분(Sigma Chemical Co. 제품)을 使用하여 140×200×70mm 크기의 아크릴 겔판에 12%의 전분겔을 만들고 2~3시간 후 3cm 정도의 위치에 試料를 삽입할 部分을 만들어 5×10mm 크기의 여과지절편(Whatman No. 3)에 충분히 吸着시켜 전기영동을 시작하였고, Bromophenol blue를 Tracking dye로 삽입하였다. 分析對象酵素(Table 1)는 전분겔 電氣泳動用 완충액(Table 2)을 섞어서 使用하였다.

結果 및 考察

體長組成 및 形態의 特性

Fig. 2는 地域別 漁獲物크기를 나타낸 體長組成이다. 1988年 7월의 體長組成(Fig. 2-A)을 보면, 동귀리와 모슬포의 漁獲物體長의 모-드는 7.0~7.4cm이고 성산포의 모-드는 5.5cm, 서귀포產은 이들의 中間크기인 6.4~6.6cm이다. 이와같이 同年 同月の 어획물임에도 불구하고 地域別 體長의 差異가 約 2cm나 되는 것은 本 연구중 채집된 最大 體長인 12cm에 比하면 相當한 差異가 있는 것으로 看做된다.

또, 同一地域의 體長組成이라 하더라도 年度에 따라 큰 差異를 나타내기도 한다. 서귀포의 경우(Fig. 2-B), 86年 7월의 約 5.3cm에 比하여 88年 7월의 모-드는 約 6.5cm로 1.2cm 크지만, 모슬포의 경우(Fig. 2-C)는 87年 4월의 組成모-드 10.4cm로 86年 4월의 6.7cm보다 約 4cm 以上 큰 漁獲物이라는 것은 그 變動이 매우 크다는 것을 意味한다.

Table 1. Starch gel buffer systems used to resolve 9 different protein and enzyme activities in *Chromis*

E. C. Number	Enzyme	Locus	Starch gel buffer system	
1. 1. 1. 8	α -Glycerophosphate dehydrogenase	α -GPDH	1,	2
1. 1. 1. 14	Sorbitol dehydrogenase	SDH	1	
1. 1. 1. 27	Lactate dehydrogenase	LDH	1,	2
1. 1. 1. 37	Malate dehydrogenase	MDH	1,	2
1. 1. 1. 40	Malic enzyme	Me	1,	2
1. 1. 1. 42	Isocitrate dehydrogenase	IDH	3	
1. 1. 1. 43	6-Phosphogluconate dehydrogenase	6-PGDH	2,	3
1. 7. 5. 1	Phosphoglucomutase	PGM	1,	2
3. 1. 3. 2	Acid phosphatase	ACP	1	

Table 2. Starch gel electrophoresis buffer system (Electrode buffer)

Buffer system No.	Stock buffer	Gel buffer	Electrode buffer
1		0.076M Tris + 0.05M Citris acid + Distilled Water (pH 8.2)	0.3M Boric acid + 0.06M NaOH (pH 8.7)
2	0.9M Tris + 0.5M Boric acid + 0.1M EDTA-2Na	Stock solution + Distilled Water (pH 8.6)	Stock solution + Distilled Water (pH 8.6)
3		Electrode buffer + Distilled Water (pH 7.4)	0.1M Tris + 0.1M Maleic acid 0.01M EDTA-2Na + 0.01M MgCl ₂ (pH 7.4)

Fig. 3은 서귀포産 자리돔의 月別 體長組成이다. 12월부터 6월사이는 자리돔이 底層 및 中層以下에서 棲息하므로 漁獲을 하지 않는다. 따라서 3월의 標本도 있지만 主로 6월에서 11월의 標本으로 構成되어 있다. Free hand로 描寫한 正規分布曲線이 histogram에 잘 一致되며 各 月別 體長組成은 여러개의 正規分布曲線으로 構成되어 있다. 이들 曲線의 各 모-드는 年齡을 달리하는 몇개의 年級群인

지, 成長에 差異가 있는 몇개의 群의 混合인지 不明確하지만 어느 하나에 屬할 것으로 看做된다. 年級群이라면 11월에 처음으로 平均 4.2cm로 漁業에 加入되어 이듬해 7월에 5.2cm, 10월에 6.2cm까지 적어도 2cm정도 成長하는 것으로 보여지며, 11월의 6.2cm以後의 各 모-드는 間隔이 1cm정도이므로 年間 1cm以內의 成長을 한다고 推定되며, 10.4cm까지 出現하는 個體가 있는 것으로 보아 壽命이 긴

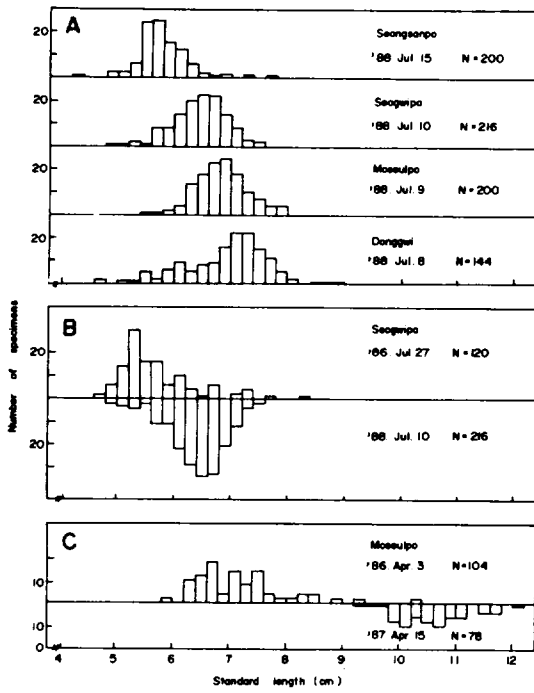


Fig. 2. Length composition by station groups.

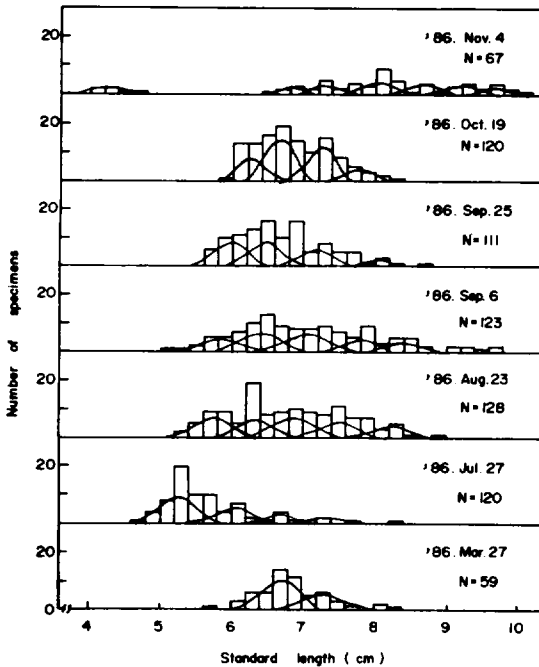


Fig. 3. Monthly length composition of *Chromis* in Seogwipo.

魚種으로 생각된다. 그러나 高(1983)는 자리돔의 壽命은 2년이라고 發表하였다. 한편, 11월의 體長組成에서 4.8~6.4cm의 出現이 없는 것으로 보아 成長이 매우 빠른 種으로 推定되며 11월의 6.4cm以後의 많은 모-드 出現은 成長이 다른 群 또는 雌雄의 成長差異에서 생기는 現象으로 推定될 수도 있다.

Fig. 4는 서귀포產 자리돔의 耳石이다. Fig. 4-a는 Fig. 3의 11월에 加入되는 가장 작은 모-드인 4.3cm에 屬하는 個體의 耳石이고, Fig. 4-b는 Fig. 3의 10.2cm에 屬하는 個體의 耳石이다. 輪紋 r_1 혹은 r_2 중에서 어느것이 1才에 해당되는 年輪인지의 定義는 보다 작은 個體의 標本이 없어 明確하게 내릴 수는 없다. 그러나 輪紋數는 주로 冬季에 形成된다(久保, 1969)는 점과 高(1983)와 Nakazono et al. (1797)의 研究에서 밝혀진 자리돔 產卵時期가 7~8月이라는 점에서 r_1 은 7~8월에 孵化된 稚魚가 첫 겨울을 맞아 생긴 輪紋이고 r_2 는 두번째 맞는 11월에 形成중인 輪紋으로 간주할 수 있다. 따라서 Fig. 3의 11월의 體長組成은 1986년의 11월에 漁獲된 것이므로 4.2cm의 個體群은 1985年 여름에 產卵된 年級으로 2才에 해당되는 것으로 볼 수 있다. 또 Fig.

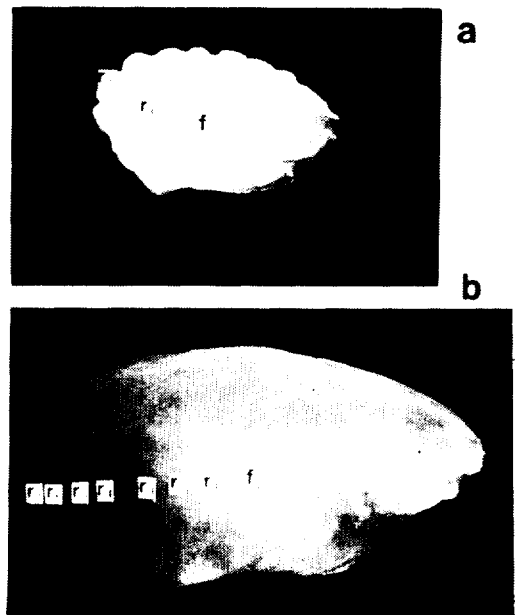


Fig. 4. Otolith of *chromis* in Seogwipo '86. Nov. 4 (a : 4.3cm, b : 10.2cm)

4-b의 耳石은 7才에 해당되는 것으로 매우 뚜렷한 年輪이다. 따라서 Fig. 3에 나타나는 각 모-드는 系群의 混合이라기 보다 年級을 달리하는 個體群으로 推定된다.

Fig. 5는 $10^2 \times BH/SL$ 의 地域別 組成을 나타낸 것이다. Cassie(1954)의 確率紙에 의해 分離한 正規分布 모-드는 적어도 3개以上 存在하는 것으로 보인다. 성산포 地域은 42.5%의 모-드를 갖는 個體가 가장 많이 나타났고, 모슬포는 42.5%와 44%의 모-드에 屬하는 個體가 거의 同等한 비율로 混合出現하였고, 서귀포의 경우는 44%에 속하는 個體가 42.5%에 속하는 個體보다 많은 비율로 나타나며 또한 42.5%와 거의 同數인 47%에 속하는 個體 등의 出現이 他 地域보다 월등히 많은 것이 特異하며, 동귀리의 경우는 大部分이 44%에 屬하는 個體의 비율이 많았다. 全般的으로 보면 41~49%에 속하는 個體가 대부분을 차지하고 있다. 이들을 細分하면 40%以下에 出現하는 小數의 무리, 42.5%, 44%, 47%에 각 모-드를 갖는 무리와 함께 적어도 3群이 存在하는 듯 보인다. 한편 Randall et al. (1981)에 의하면 BH/SL의 百分率이 34~43%에서는 *C. Vanderlitti*, 40~53%(보통 48%以下)는 *C. xanthura*, 55~64%는 *C. ovaliformis*, 53.5~60%는 *C. chrysur*, 49.5~58%는 *C. analis*로 分類하였다. 本 研究의 結果가 Randall et al. (1981)의 分類의 *C. xanthura*와 *C. weberi*의 40~53%에 屬하는 수치와 비슷하다. Fig. 2-A에서 標本크기의

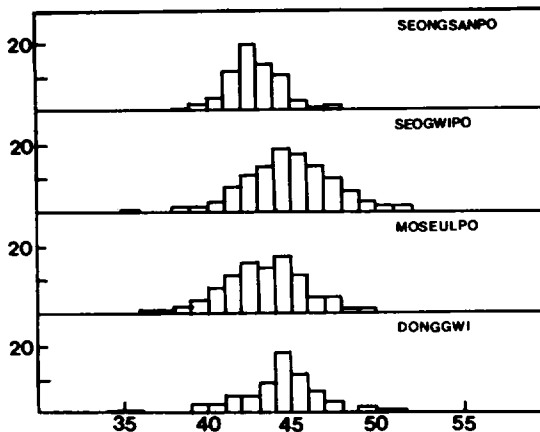


Fig. 5. Relationship between of body height and standard length.

差異에 따른 誤差를 줄이기 위해 4개 地域에서 體長 5.8~6.4cm사이의 個體, 15尾씩 추출하여 有意性檢定을 實施한 結果, BH/SL값의 平均値에 差異가 보이지 않았다. 즉, 同一體長級에서는 BH/SL의 差異가 나타나지 않는다는 것은 자리돔의 各 성장단계에 있어서 체장과 체고의 比成長이 일정하지 않음을 시사하는 것이다.

澱粉酶 電氣泳動을 통한 地域的 差異

濟州道 6군데 沿岸에서 採集한 자리돔의 筋肉蛋白質 分析을 위해 9種類의 Isozyme 電氣泳動을 實施한 結果, 地域別로 조금씩의 差異를 나타내고 있는 α -GPDH, SoDH, LDH, MDH, PGM, ACP 그리고 차이가 거의 없는 IDH, 6-PGDH, Me로 區分되었다.

Fig. 6-a에서 α -GPDH의 表現형을 2개 나타내고 있는 서귀포 동귀리와 3개의 사계리 모슬포 성산포, 4개의 한림産으로 大別되는데, 한림産에서 α -Gpdh-1과 α -Gpdh-2 사이에 出現하는 band는 周邊 混合系群으로 存在하는 것인지, 遺傳因子的 分化가 不明確한 것인지 究明하기 어렵다.

이같은 현상에 關하여 Wurzinger (1980)의 아프리카 淡水産 달팽이 (*G. Bulinus*) 경우 交雜種 (Hybrid)으로 規定하고 있었다. 한편, 藤尾(1984)에 의하면 콩치 (*Cololabis saira*)나 까나리 (*Amnodytes personatus*), 문절망둑 (*Acanthogobius flavimanus*)의 band 수는 까나리와 문절망둑은 3개, 콩치는 4개를 表現하고 있다고 報告하고 있었다. 자리돔에 있어서 α -GPDH의 活性은 全體的으로 各 地域마다 多樣하게 나타나는 것이 特異한 現象이었다.

SoDH에 대해 나타나는 泳動象 (Fig. 6-b)은 3개의 band로써 多型現象을 表現하고 있는 한림産을 除外한 다른 地域은 移動거리 및 band의 굵기가 약간씩 差異가 있으나 거의 同一한 單型現象을 나타내고 있었다. 한림産은 自體內 遺傳的 分化가 활발한 것으로 推定할 수 있었다. 검복 (*Fuguvermiculare porphyreum*)의 多型現象에서 band 수는 3개로서 중간에 많은 混合 band가 存在하고 있었으나 *G. Bulinus*의 SoDH는 효소활성이 弱해서 判독하기가 어려운 것으로 報告 (Wurzinger, 1980) 되었으

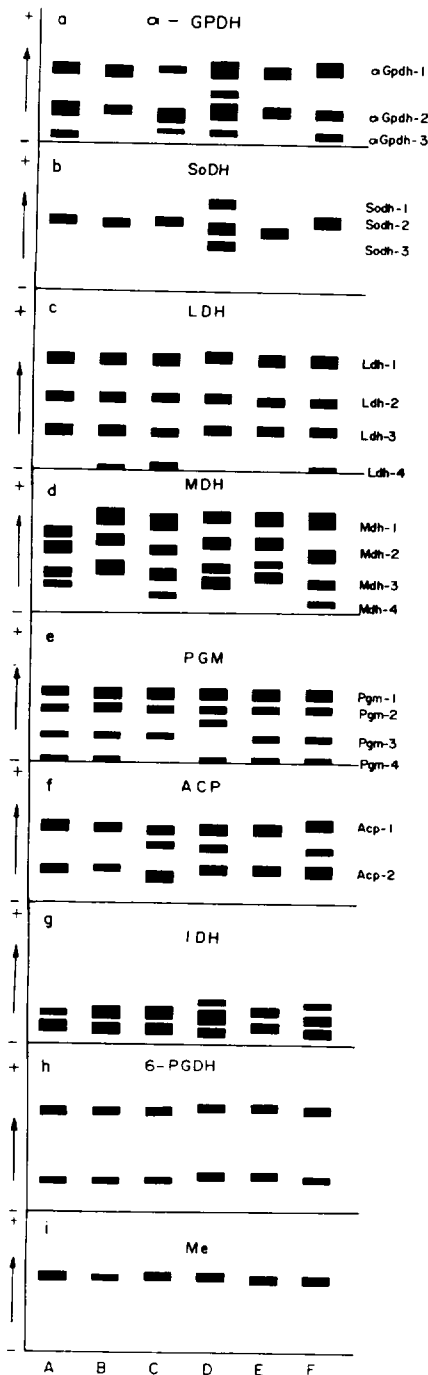


Fig. 6. Starch gel electrophoretic pattern.

A : Sage B : Seogwipo C : Moseulpo
D : Hanrim E : Donggwi F : Seongsanpo

며, 본 연구에서도 이 Isozyme의 band像은 명확하지 않았지만 反復實驗을 통해 한림産을 除外한 다른 지역에서는 계속적으로 單型現象을 나타내고 있었다.

LDH (Fig. 6-c)에서는 band像이 명확치 않았으나 全體적으로 活性이 다양한 Isozyme이었다. Ldh-4를 표현하고 있는 서귀포 모슬포 성산포産과 3개의 band를 표현하고 있는 사계리 한림 동귀리産으로 大別되는데 移動거리에 따른 間隔은 6地域이 거의 一定하게 表現되고 있었다. 연어 (*Oncorhynchus ketaal*)에서는 Ldh-1과 Ldh-2 사이에 微細한 band가 多數 發見되었고 (藤尾, 1984) *G. Bulinus*의 경우, 모든 種에서 LDH의 活性은 없었다고 報告 (Wurzinger, 1980) 하고 있었다. 따라서 LDH에 의한 地域間 差異는 크게 2部分으로 나뉘어 推定할 수 있었다.

MDH (Fig. 6-d)에서 地域別 差異는 3개의 表現型을 나타내고 있는 서귀포産과 4개색의 表現型이지만 移動거리 및 間隔의 多樣性을 나타내고 있는 기타 地域으로 크게 區別할 수 있다. Mdh-4는 성산포에서만 觀察되었고, 사계리産에서는 Mdh-1이 發見되지 않았다. 한편, 송어 (*Oncorhynchus masou*)에서는 3개의 band로써, Mdh-1과 Mdh-3 사이에 疎한 多型現象을 나타내고 있어 遺傳的 分化가 매우 活潑하게 進行되고 있었고, 홍살치 (*Sebastes obolus macrochir*)에서는 6개의 band로써 역시 많은 變異種이 混合되어 있는 것으로 報告 (藤尾, 1984) 하고 있었다. *G. Bulinus*에서는 染色液 組成時 NADP를 사용했을 때에 band가 表現되지 않았으나 NAD를 cofactor로 해서 2개의 band가 觀察되었고 그 鮮明度는 모든 buffer system에 適用해도 매우 낮았다고 報告 (Wurzinger, 1980) 하고 있었는데 자리돔의 경우는 他 Isozyme에 비해 良好한 편이었다.

PGM (Fig. 6-e)의 경우, LDH처럼 活性이 강하고 移動거리에 따른 間隔이 地域間에 差異가 거의 없었으나 3개의 band를 나타내고 있는 모슬포産과 Pgm-2와 Pgm-3 사이에 band를 표현하고 있는 한림産의 경우가 特異한 現象으로 나타나고 있었다. 이러한 現象이 電氣泳動上의 條件, 특히 Running time의 差異에 의한 것인지의 與否를 究明하기 위

해 5시간, 7시간, 12시간별로 條件을 달리해도 역시 같은 양상을 나타내었다. 송어는 band가 10개, 홍살치에서는 6개의 band가 나타나고 있었는데 역시 種內 遺傳의 分化에 따른 群集分離가 활발하게 進行되고 있는 것으로 報告(藤尾, 1984, 1986)하고 있었다.

ACP(Fig. 6-f)의 경우는 全體적으로 2개의 표현형을 나타내고 있었는데 Acp-1과 Acp-2 사이에 band를 表現하고 있는 모슬포 한림 성산포産에서는 遺傳의 分化에 따른 變異가 發生하고 있는 것으로 推定할 수 있다. *G. Bulinus*의 경우 中間에 位置하는 種을 交雜種으로 報告(Wurzinger, 1980)하였다. 자리돔의 경우 變異의 發生原因이 交雜種인지, 자체 突然變異에 의한 것인지, 回遊에 의한 것인지 등 계속적인 研究가 必要하다고 思料되었다.

IDH, 6-PGDH, Me(Fig. 6-g, 6-h, 6-i)의 경우 全體적으로 거의 一定한 活性이 일어나고 있었다. Me나 6-PGDH는 藤尾(1984)의 報告에서도 거의 모든 種에서 單型現象을 나타내고 있었으나, IDH의 경우 청어(*Clupea pallas*)에서는 10개의 band가 나타나는 것이 特異하였는데 이것은 回遊성이 강한 魚種 特有的의 習性에 의한 것이라고 推定하고 있다.

要 約

1986年 1月부터 1988年 7月까지 濟州道 沿近海, 6地域에서 採集된 자리돔을 對象으로 體長組成 및 形態의 特性과 澱粉겔 電氣泳動을 利用한 遺傳學的인 差異를 調査하였다.

1. 漁獲物의 體長組成에서 본 자리돔의 크기는, 同年同月の 각 地域別에서도 差異가 있었으며 또한 同一地域의 標本이라 하더라도 年度別로도 差異가 顯著하였다.

2. 同一地域內(서귀포)의 자리돔 體長組成은 연속적인 正規分布曲線으로 나타나고 있었으며 年級을 달리하는 個體群으로 推定됨과 동시에 壽命은 7年以上이었다.

3. 體高와 體長과의 比成長($10^4 \times BH/SL$)의 組成을 分析한 結果, 42.5%, 44%, 47%의 3모-드로 構成되어 있고, 同年同月の 各 地域間의 同一體長(5.8~6.4cm)에서 추출한 BH/SL의 平均值 差의

有意性은 나타나지 않았다.

4. α -GPDH, SoDH, PGM의 表現型에서 한림産은 遺傳的 分化가 매우 活潑하게 나타나고 있었고 ACP에서는 모슬포 한림 성산포産에서 變異가 發生하고 있었으며, LDH에서는 活性의 差異에 의한 2개의 group으로, MDH에서는 3개의 group으로 나타나고 있었다.

5. BH/SL의 모-드와 Isozyme의 遺傳的 變異의 結果에 의하면 濟州道 沿近海에 分布하고 있는 자리돔은 몇개의 系群으로 存在할 가능성이 있다고 推定되었다.

參 考 文 獻

- Allen, G.R. 1976. Two New species of damselfishes (pomacentridae) from Western Australia. *Rac. West. Austral. Mus.*, 4(2) : 133~144.
- Aoyagi, H. 1941. The damselfishes found in the waters of Japan. *Trans. Biogeogr. Soc. Japan*, 4(1) : 157~279, figs. 1~52, pls. 11~21.
- Carcasson, R.H. 1977. A field guide to the coral reef fishes of the Indian and west pacific oceans. William Collins and Sons Co. Ltd, Glagsgow, 320pp.
- Cassie, R.M., 1954. Some uses of probability paper in the analysis of size frequency distribution. *Aust. J. Mar. Freshw. Res.*, 5 : 513~522.
- Jeines, J.E. 1977. An electrophoretic character useful in the distinction between *Bulinus tropicus* and *B. permembranaceus* (Gastropoda, Planorbidae). *Steenstrupia*, 4 : 139~141.
- Kamohara, T. 1960. On the fishes of the genus *Chromis* (Family Amphiprionidae, Chromides, Pisces), found in the waters of Japan. *Rep. Usa. Mar. Biol. Sta.*, 7(1) : 1~10, figs. 1~2.
- Moyer, J.T. & H. Ida. 1976. Description of a new damselfish, *Chromis Miyakeensis*.

- from Miyake Island, Japan, J. Ichthyol., 22(4) : 289~194, figs. 1~4.
- Nakazono, A., H. Takeya & H. Tsukahara, 1979, Studies on the spawning behavior of *Chromis notata* (Temminck et Schelgel). Sci. Bull. Fac. Agr. Kyushu Univ., 21(1~2) : 29~37, figs. 1~10.
- Randall, J. E., S. N. Swerdloff, 1973, A review of the damselfish genus *Chromis* from the Hawaiian Islands, with description of three new species. Pac. Sci. 27(4) : 327~349, figs. 1~12.
- Randall, J. E. & H. Ida & Moyer, J. T. 1981, A review of the damselfishes of the genus *Chromis* from Japan and Taiwan, with description of a new species Japan J. Ich. 28(3) : 203~243.
- Smith, I. 1986, Starch gel electrophoresis. In Smith, I. (ed.) *Chromatographic and Techniques*, Vol. II. Zoon electrophoresis (Second edition). William Heinemann Medical Books, Ltd.
- Wurzinger, K. H. 1980, Allozyme variation in the African freshwater Snail genus *Bulinus*.
- 高有峰, 全得山, 1983, 서귀포産 자리돔의 漁獲改善 및 適正利用을 위한 資源生物學的 研究 -1, 生活週期와 産卵, 濟州大 海資研報, 7 : 1~14.
- 久保伊津男, 吉原友吉, 1969, 水産資源學, 共立出版, 482pp.
- 松原喜代松, 1971, 魚類の形態と檢色(II), 石崎書店, 東京, 865~883.
- 藤尾芳久, 1984, 1986, 아이소자임分析手法による 魚介類의 遺傳的 特性의 解明에 關する 研究.