

동면 어류의 시기별 근육성분 분포에 관한 조직학적 관찰

2. 쟁쟁어(*Boleophthalmus pectinirostris*) 근육조직중 탄수화물, 단백질 및 지방질 분포의 변화

박일웅 · 홍재식* · 이근광** · 김종배*** · 강귀환 · 김현옥***

전북산업대학교 식품공학과, *전북대학교 식품공학과, **군산대학교 생물학과

*** 군산대학교 수산가공학과, ***원광대학교 분자생물학과

쟁쟁어를 대상으로 산란기 전(6월), 산란기 후(9월)와 동면 직전(11월), 동면직후(4월)에 있어 雌雄 각각에 대한 근육성분의 조성을 분석하고 주요 肉성분에 대한 조직내 분포를 검토한 결과는 다음과 같다. 肥滿度는 암컷은 산란기 전, 수컷은 산란기 후가 다소 높았으나 동면후는 가장 낮았다. 수분 함량은 雌雄 모두가 산란기 후가 가장 적으나 동면 직후가 가장 많았고 조단백질은 산란기 후에, 조지방은 암컷은 산란기 전, 수컷은 산란기 후가 가장 많아 수분과 조단백질 사이(암컷, 수컷), 그리고 수분과 조지방 함량 사이(수컷)의 변화양상이 대체로 相補의 관계를 이루었고 탄수화물함량은 雌雄 모두가 동면직전에 다소 많았고 동면직후에 가장 적었다. 근육조직의 PAS 염색강도가 산란기 전에는 비교적 근육조직 전반에 걸쳐 높게 나타났고 동면직후는 점액층과 표피층이 다소 높은 경향이었으나 뚜렷한 차이는 인지할 수 없었다. Sudan black B 염색결과, 지방질 염색반응이 산란기 전과 후에는 주로 점액층과 표피 및 피하층에 나타났고, 피하조직 세포 사이에서도 다소 인지되었다. 동면 직전과 직후에는 조직전반에 걸쳐 염색반응이 산재된 경향이었으나 동면직후는 그 정도가 다소 적은 편이었다.

서 론

쟁쟁어는 우리나라의 경우, 서해안과 서남해안의 潮間帶에 서식하는 水陸兩生의 망둥어과 어류로서 匍匐跳躍하는 특성이 있으며, 光과 수온에 따라 다르나 년중 최대 성숙기는 대체로 5, 6월 사이이고, 방란기는 7월에서 8월 초순, 그리고 10월 중순에서 이듬해 3월 하순까지 땅속 깊은 곳에서 休止 상태로 월동을 한다(정 등, 1991a). 이같은 쟁쟁어는 예로부터 일부 美食家들에 의해 補養強壯食으로 즐겨 이용되어 왔으나 무분별한 남획과 환경오염으로 현재는 서남해안등 극히 제한된 연안에 서만 서식을 하고 있어 앞으로 이의 양식 방안이

적극 모색되어야 할것이다. 지금까지 쟁쟁어에 관한 연구로는 생리, 생태와 舉動(內田, 1932; Tamura, 1977; Dotsu and Matoba, 1977; Gordon et al., 1978; 小野, 1980; Gordon et al., 1985; Ip et al., 1991) 및 성 성숙(Chung et al., 1989, 1991)등에 관한 연구가 主를 이루며 그 밖에도 移殖(江波 와 道津 1961), 증, 양식(道津와 中野, 1982), 질소대사와 배설(Gregory, 1977; Morii et al., 1978; Iwata, 1988), 간과 근육중 glutamic acid dehydrogenase의 성질(Iwata and Kaguta, 1983), 간과 근육중 지방산 조성(Misra et al., 1983), 간과 근육조직의 단백질 및 핵산 분석(정 등 1991b; 정 등, 1992) 및 진피 조직중 비늘구조

(Suzuki, 1992) 등 관련연구가 비교적 폭넓게 진행되어 왔다. 그러나 前報(박 등, 1995a)에서 언급한 것과 같이 생육조건의 변화에 따른 영양성분 또는 근육조직에 관한 報文은 찾기 어렵다. 따라서 본 연구에서도 산란기 전, 후와 동면 직전과 후의 짱뚱어肉중 일반성분의 조성과 그 변화 및 주성분에 대한 조직학적 측면에서의 분포를 검토하여 물질대사에 관한 기초적 정보를 얻고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

실험에 사용한 짱뚱어(*Mudskipper, Boleophthalmus pectinirostris*) 시료는 시료 성상을 수시로 검토하여 Table 1과 같이 산란기 전(6월)과 후(9월) 및 동면 직전(11월)과 후(4월)로 나누어 4회 채집하였고 채집장소는 전남 영암군 삼호면 소재 독천마을 앞 해안 3곳을 택하였다. 매 시기별로 각 채집장소에서 시료를 분리, 채취후 살아있는 채로 실험실에 옮겨 각 그룹별로 雌雄을 선별한 다음, 그중 가급적 유사 크기의 것 50~100尾씩을 골라 1개 개체군으로 하여 5회 세척, 즉살하고, 내장과 혈액을 제거한 다음 각각의 시료어 肉을 취해 혼합 均分, 磨碎한 것을 분석용 시료로 하였으며, 조직 검사용은 背肉부분을 0.3~0.5cm³ 크기의 薄片

으로 절취하여 10% formalin 용액에 固定한 후 사용하였다.

2. 실험 방법

1) 일반성분의 분석

수분과 조단백질, 조지질, 회분 및 全糖은 각각 前報(박 등, 1995a)와 같은 방법으로 분석 하였다.

2) 근육의 조직학적 관찰

근육 중 탄수화물과 단백질 및 지방질의 분포와 변화 추이를 조직학적으로 검토하기 위한 광학현미경용 표본제작은 宋 과 李(1982), 鄭 等(1989)의 방법에 준하였으며, 모든 고정 및 염색액은 동일한 것을 사용하였다. 또 반응시간과 온도(실온) 역시 동일 조건으로 하여 실시 하였으며 그 방법은 前報(박 등, 1995a)와 같다.

결과 및 고찰

1. 試料魚의 性狀변화

채집시기에 따른 雌雄 각시료의 성상은 Table 1과 같고 체장, 체중 및 비만도 차이를 시기별로 다중분석 한 결과 1% 수준에서 유의성이 인정되었다. 즉 평균 체장은 13.6~17.9cm, 체중은 20.1~44.6g 범위로 每시기 암컷이 각각 1.5~2.6cm, 9.8

Table 1. Body length and weight of the mudskipper.

Sampling date	Sex	Body length(cm)		Body weight(g)		W × 10 ³ /L ^{2.5}
		Range	Mean ± SD ¹⁾	Range	Mean ± SD	
Jun, 21~24, (B.S) 1993	♀	13.4~18.5	15.5 ± 0.03 ^a	22.2~44.7	30.5 ± 0.16 ^a	8.2 ± 0.03 ^a
	♂	12.7~17.3	13.6 ± 0.01 ^a	15.3~30.1	20.1 ± 0.01 ^b	8.0 ± 0.01 ^b
Sep, 2~5, (A.S) 1993	♀	17.2~19.8	17.9 ± 0.02 ^a	38.6~52.3	44.6 ± 0.07 ^a	7.8 ± 0.02 ^a
	♂	14.5~18.0	16.1 ± 0.03 ^d	22.6~32.8	34.2 ± 0.05 ^c	8.2 ± 0.03 ^a
Nov, 4~6, (B.H) 1993	♀	15.7~17.4	16.6 ± 0.06 ^c	23.8~39.8	32.9 ± 0.04 ^d	7.2 ± 0.02 ^d
	♂	13.8~16.2	15.1 ± 0.03 ^f	18.4~26.5	23.1 ± 0.27 ^f	6.7 ± 0.04 ^f
Apr, 13~15, (A.H) 1994	♀	15.5~19.0	17.2 ± 0.01 ^b	22.8~44.9	35.1 ± 0.01 ^b	6.9 ± 0.01 ^c
	♂	12.5~18.1	15.1 ± 0.03 ^f	19.6~36.0	22.4 ± 0.12 ^e	6.5 ± 0.03 ^e

1) The mean values are the total average of all individuals used in experiments.

2) W : Body weight(g) × 103/L : Body length(cm)³ (coefficient of fatness).

B.S : Before spawning season. A.S : After spawning season.

B.H : Just before hibernation. A.H : Just after hibernation. #Means with the same lettered superscripts in a column's are not significantly at the 1% level by Duncan's multiple range test.

Sampling area : Dugchon - ri coast of Samho - myon Yongam - gun.

~12.7g이 큰 것으로 나타났다. 이 결과에서 시료 어는 쟁뚱어의 체장이 13.0cm가 되기까지는 1년 이, 16.0~21.0cm가 되기까지는 2년(小野, 1980)이 소요됨을 감안하면 대략 1~2歲 群에 해당될 것으로 추측된다. 한편 毎시기 雌雄間의 肥滿度 평균치를 비교해 보면, 대체로 조지질 함량의 변화와 유사한 경향으로 前報(박 등, 1995a)의 미꾸라지와 같이 산란기 전과 후 사이에 비교적 높게 나타났으나 특히 암컷은 산란기 전인 6월에, 수컷은 산란기 후인 9월에 가장 높은 값을 나타내었다. 이 결과는 미꾸라지(암컷)의 경우 산란기후인 8월에 그 값이 가장 높았던 결과와는 다른 결과로서 肥滿度 변화와 生殖活動과의 관련성(李 와 李, 1987)을 감안하면, 미꾸라지는 8월 시료채취 시점 훨씬 전에 산란이 이루어지고 어느정도 회복기에 접했을 것으로 판단되나 쟁뚱어(암컷)는 9월, 시료 채취 시기를 기준으로 그리 멀지 않은 시점에서 산란이 이루어져 지방 함량이 보상 되지 않은데 따른 결과로 추측된다. 그리고 동면 직전과 월동 직후는 유의적으로 다소 감소된 경향을 나타내었으나 동면 직전에 비하여 월동후의 감소폭(암컷, 7.2→6.9; 수컷 6.7→6.5)이 미꾸라지(암컷, 6.6→4.6; 수컷 5.7→5.1)보다 훨씬 적게 나타났다. 이는 Table 2에서와 같이 쟁뚱어의 체지방 함량이 전반적으로 미꾸라지 보다 훨씬 적고 또 이 기간중 그 감소폭이 적은데 따른 결과로 생각된다.

2. 일반성분조성의 변화

쟁뚱어肉중 일반성분의 조성을 분석한 결과는

Table 2와 같고 각 시기별 시료의 성분 함량을 다중 분석한 결과 전반적으로 1% 수준에서 유의성이 거의 인정 되었다. 즉 실험 전 기간을 통한 일반 성분 조성의 雌雄別 총 평균치는 수분함량이 雌雄 각 80.2%, 79.9%, 조단백질이 17.2%, 17.4%로서 수분은 암컷이, 조단백질은 수컷이 약간 높게 나타나 대체로 미꾸라지(박 등, 1995a)와 유사한 경향이지만 그 밖에 조지질과 조회분 및 탄수화물 함량은 雌雄 모두가 거의 유사하여 각 평균 0.8%, 1.4%, 0.5%를 차지하였다. 이 결과를 미꾸라지 肉 조성과 비교하면 조회분과 탄수화물 함량은 거의 같고 조단백질은 미꾸라지 쪽이 약간 많았다. 하지만 수분함량은 쟁뚱어가 2~3%정도 많고, 조지질은 오히려 2~3%정도 적게 나타나 대조적인데 이 결과를 白色肉(white muscle)이 수분함량은 높지만 상대적으로 지방량이 微量(土屋, 1962) 인점이 특징적 이라는 측면에서 볼때, 쟁뚱어는 미꾸라지 보다 白色肉 조성이 훨씬 많은 普通肉魚(ordinary fish)의 일종으로 판단된다. 따라서 쟁뚱어는 미꾸라지와 달리 근육조직 보다는 內腸이나 肝臟 등에 지방질이 집중, 축적되어 있을 것으로 예상된다(野中等, 1976; 座間, 1976). 한편 시료 채집시기에 따른 일반성분 조성을 비교해 보면, 수분 함량은 雌雄 모두가 산란기 후에는 감소, 월동후에는 증가경향인 반면, 조단백질 함량은 산란기 후에 조금 증가 경향을 보인 이후 월동 후에는 다시 감소 경향을 나타내어 시기별 수분과 조단백질 함량간의 변화양상이 미꾸라지에서와 같이 역시 相補的(佐伯 와 熊谷, 1984) 관계에 있음을 알수있었다. 그밖에

Table 2. Changes of proximate composition in wild mudskipper muscles before and after spawning season, and just before and after hibernation. (wet base, g/100g)

Sample Sampling month	Female				Male			
	Jun. ^a	Sep.	Nov.	Apr.	Jun.	Sep.	Nov.	Apr.
Moisture	80.2±0.37 ^{a1)}	79.3±0.28 ^a	80.2±0.36 ^a	81.0±0.37 ^a	79.8±0.32 ^{a2)}	79.1±0.29 ^a	80.0±0.36 ^a	80.7±0.37 ^a
Crude protein	17.2±0.05 ^b	18.1±0.08 ^b	17.1±0.04 ^b	16.5±0.02 ^b	17.5±0.04 ^b	17.8±0.05 ^b	17.3±0.04 ^b	16.8±0.03 ^b
Crude lipid	1.1±0.01 ^c	0.8±0.02 ^c	0.7±0.03 ^c	0.5±0.03 ^c	1.0±0.02 ^c	1.2±0.01 ^c	0.6±0.03 ^c	0.4±0.03 ^c
Crude Ash	1.3±0.04 ^d	1.4±0.08 ^d	1.3±0.05 ^d	1.6±0.09 ^d	1.3±0.05 ^d	1.4±0.07 ^d	1.4±0.07 ^d	1.6±0.08 ^d
Carbohydrate	0.2±0.01 ^e	0.5±0.03 ^e	0.7±0.04 ^e	0.5±0.03 ^e	0.3±0.02 ^e	0.5±0.03 ^e	0.8±0.04 ^e	0.5±0.03 ^e

1) Means ± SD of 3 times measurements for 3 groups(each group consisted of 75 individuals).

2) See the Table 1 for the sampling dates.

Means with the same lettered superscripts in a row's are not significantly at the 1% level by Duncan's multiple range test.

조희분 함량도 미꾸라지와 같이 월동후 증가경향을 나타내었고 일반성분 조성중 가장 微量인 탄수화물 함량은 시기별로 그다지 큰 차이는 없으나 동면 직전이 약간 높은 편이었다. 그러나 지방질 함량은 수온이 높은 8월에 높은 비율을 보인 미꾸라지와는 달리 쟁뚱어 역시 온수성 어류임에도 불구하고 산란기전인 6월보다 산란기 후인 9월초에 암컷은 감소를, 수컷은 증가경향을 나타내어 雌雄間에 다른 결과를 나타내었다. 이결과는 이들 두어류의 魚種間, 性別, 生殖巢의 발달(Seki *et al.*, 1969; Chung *et al.*, 1989) 내지는 그 熟度의 差에 비롯된 결과가 아닌가 생각되며, 특히 암컷의 경우는 9월초 가까운 시점에서 방란이 이루어 졌을 것으로 추측된다. 따라서 성에 따라서는 수분과 조직질 함량의 변화양상이 相補의 관계와 무관할 것으로 생각되나 이점에 대해서는 더 많은 검토가 필요할 것으로 생각된다. 그리고 Table 2를 통해, 동면 직전과 직후의 조단백질과 조직지방의 감소 양상을 보면, 동면 직후의 지질함량의 감소폭은 쟁뚱어쪽이 미꾸라지에 비해 크게 작으나 조단백질의 감소폭은 오히려 쟁뚱어에서 높게 나타나 유의적으로 차이가 있었다. 이 결과를 미꾸라지는 粘土質層 15~20cm 깊이의 비교적 얇은 곳에서 腸呼吸을 주로 하여 越冬을 하지만 쟁뚱어는 습도유지와 耐冬을 위한 棲息孔의 깊이가 무려 50~90cm에 이르며 월동시 泥溫이 2℃ 이하인 棲息孔 내에서 凍死한 것 처럼 보였으나 점진적으로 온도를 높인 결과 回生하였다는 보고(劉, 1991)와 관련해 볼때, 이들 두어류의 서로 다른 서식환경과 어떤 특이한 생리적 기능에 의해 월동중 기초대사량 및 대사양상이 상당히 다를 것으로 생각된다. 그러나 이에 대해서도 앞으로 더많은 조사가 필요할 것으로 생각되며, 단지 이상과같은 분석 결과만을 근거로하여 冬寒期 絶食과정중 잉어의 주 에너지원은 근육지질보다 근육단백과 腸脂質이라는 보고(Takeuchi *et al.*, 1987)와 역시 絶食 과정중 상어의 주 에너지원은 근육단백보다 지질로서, 특히 飢餓상태에서는 근육지질이 주 에너지원 이라는 보고(藤谷와 塚原, 1969)등을 감안하면, 월동중 쟁뚱어의 주 에너지원은 근육지질 보다는 腸脂質이, 그리고 일부 근육단백이 이에 해당될것으로 추정된다.

3. 肉 중 탄수화물, 단백질 성분의 조직학적 변화

쟁뚱어 근육조직은 Fig. 1에서 보는 바와 같이 표피, 진피, 피하조직과 근육 세포층으로 구성되어 있었다. 산란 전후 및 동면 전후, 암, 수 체조직에서 PAS 양성반응을 일으킨 부분은 대부분 진피 조직에서 부터 근육조직에 널리 분포되어 시기에 따른 탄수화물 및 단백질 성분의 변화 양상이 그다지 큰 차이는 없으나 대체로 산란 및 방정 전후인 8월에서 조직 전반에 걸쳐 PAS양성 반응 강도가 가장 강한편 이었다(Fig. 1; E, F). 이에 반해 동면

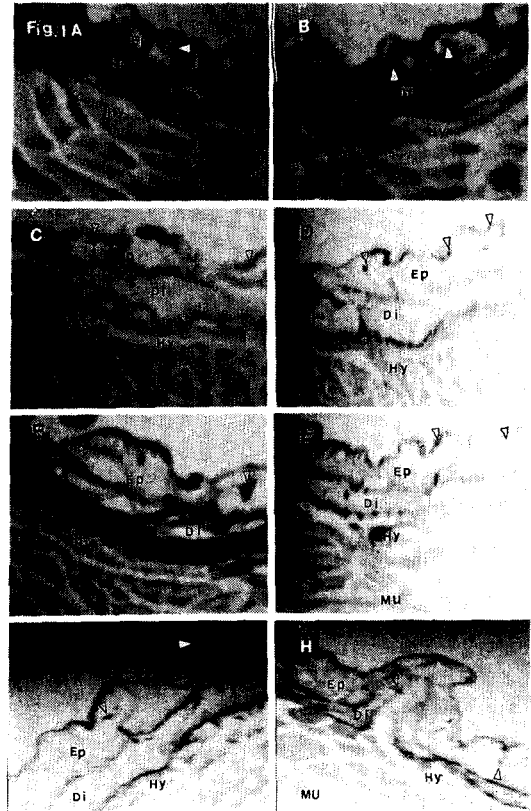


Fig. 1 Histological changes of the muscle stained with PAS of wild mudskipper before and after spawning season, and just before and after hibernation.

A; Jun. (♀), B; Jun. (♂), C; Sep. (♀), D; Sep. (♂), E; Nov. (♀), F; Nov. (♂), G; Apr. (♀), H; Apr. (♂), Di; Dermis, Ep; Epidermis, Mu; Muscle, Hy; Hypodermis subcutoneus muscle. Intraepithelial blood capillaries (arrow heads).

직전인 11월에는 PAS양성 반응 강도가 약해지는 경향이었고 동면 후인 4월에도 역시 명확히 구별할수는 없으나 염색반응이 주로 피하조직과 근육 조직에 산재 분포되었다(Fig. 1; G, H). 이 결과를 미꾸라지 조직(박 등, 1995a)과 비교해 보면, 미꾸라지는 표피층 위에 점액의 분포가 많은 반면, 쟁뚝어는 점액층이 많지 않아 mucopolysaccharide, mucoprotein 및 glycoprotein 성분 등이 표피에 많지 않을 것으로 추정되며, 이는 Suzuki (1992)의 쟁뚝어, *Periophthalmus modestus*의 上皮구조 상에 나타난 결과와도 잘 일치하였다. 또한 암, 수 쟁뚝어 조직내에 구성된 탄수화물과 단백질 함량의 변화 역시 광학 현미경을 통한 조직관찰 만으로는 명확한 구별은 어렵긴 하나 시기별 조직의 염색정도를 통하여 Table 2에서 나타난 단백질 함량과 조직세포의 염색변화가 대체로 유사한 경향임을 어느정도 인지할수 있었다. 그러나 동면 후인 4월에는 암,수 공히 PAS 양성반응 강도가 주로 점액층과 표피층에서 높게 나타났다(Fig. 1; G, H).

4. 肉 중 지방 성분의 조직학적 변화

Sudan black B 염색을 통한 쟁뚝어의 근육 조직과 지방성분의 분포를 보면, 산란기인 6월과 9월 사이에 염색강도가 주로 점액층과 표피 및 피하층에서 강했으며, 피하조직의 세포 사이에는 약한 양성 반응이 나타났다(Fig. 2; A, B, C, D). 성숙기인 6월 이전에는 피하 조직층 부분이 보다 강한 염색 반응을 보여 점액층과 표피에 많이 존재했던 지방 성분이 피하층 쪽으로 이동함으로 이부분에 지방 성분이 동면 직후인 4월 보다 다량 존재하는 것으로 나타났다(Fig. 2; A, B). Watanabe(1985)는 絶食中인 淡水 망둥어 자어의 장세포를 조사해 본 결과, 腸上皮細胞에 脂肪滴이 많이 존재하였으며, 攝餌中인 자어는 영양물질을 肝과 腸上皮細胞에 저장한다고 보고한 바 있는데 이와 같은 絶食 조건을 쟁뚝어의 동면 기간과 유사한 시기로 생각해 본다면, 쟁뚝어도 동면 시기에 臟器 등의 내부기관에 지방이 많을 것으로 추정해 볼 수 있다. 또한 이상의 결과는 굴비 제조과정 중 지방의 이동에 대한 조직학적 관찰에서, 지방질 대부분이 피하 지방층에 존재한다는 卜과 李(1968)의 보고 및 동결저장

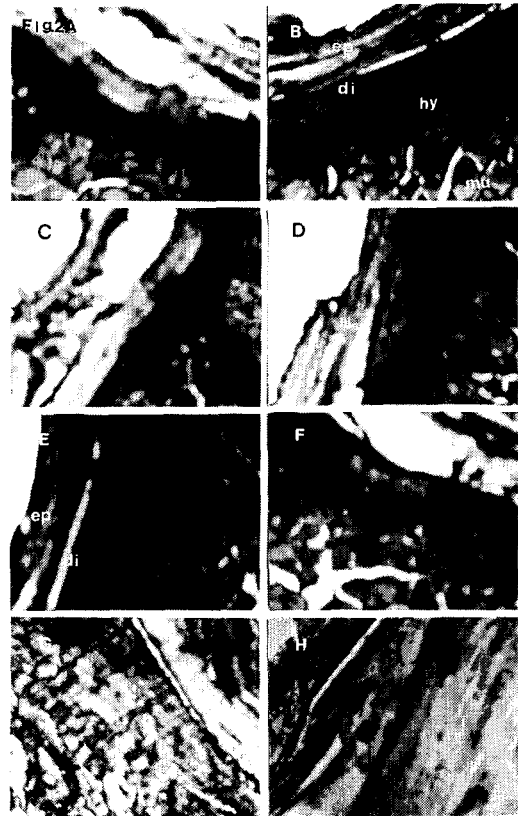


Fig. 2. Histological changes of the muscle stained with sudan black B of wild mudskipper before and after spawning season, and just before and after hibernation.

A; Jun. (♀), B; Jun. (♂), C; Sep. (♀), D; Sep. (♂), E; Nov. (♀), F; Nov. (♂), G; Mar. (♀), H; Mar. (♂), Di; Dermis, Ep; Epidermis, Mu; Muscle, Hy; Hypodermis subcutaneous muscle.

중 어육내의 지방이 주로 피하조직에 분포한다는 Song과 Kang(1979)의 보고와 유사한 결과로서 지방의 이동이 그리 현저하지 않은 것으로 생각되며, 어류에 있어 피하 조직은 지방 결합조직을 형성하여 다량의 지방이 차있을 수 있다는 Ferguson(1989) 보고에서도 이를 추정할 수 있다. 또한 Suzuki(1992)는 *P. molestus*의 피부 조직중 중간층은 온도와 자외선으로 부터의 보호와 중요한 관련이 있다고 한바 있는데 이점에 비추어볼 때 기온이 상승하는 6월부터 피하 조직층에 지방성분이 증가하는 것은 물 밖으로 나와 생활하는 과정에서 외부 온도와 자외선의 노출로부터 방어하기 위한

현상으로도 생각된다. 한편 鄭 等(1991b)은 雌性 淸동어의 卵巢 발달 단계에 따른 간세포의 활성 변화 및 간조직의 단백질, 핵산 함량에 관한 연구에서 雌性 淸동어의 간세포는 성장기인 5월 말에 약간의 粗面小胞體 및 다량의 脂肪滴과 glycogen 입자들이 나타나다가 성숙기인 6월 말에서는 脂肪滴과 glycogen 입자들이 양적으로 크게 감소된 반면 ribosome이 부착된 粗面小胞體들이 많이 나타나 단백질 합성과 총 RNA 합성이 증가된 것으로 추정하였고, 산란 후인 7월 말에는 다시 소수의 脂肪滴과 glycogen 입자들이 나타나기 시작하고 粗面小胞體는 감소하여 단백질 및 RNA 함량이 적어질 것이며, 산란이 완전히 끝난 8월 말에는 간세포에 많은 양의 脂肪滴들과 glycogen 입자들, 그리고 mitochondria들과 粗面小胞體가 다시 나타나 간세포의 활성이 점차 증가된다고 하였으나 본 실험 결과에서의 피부조직 세포와의 관계에서는 앞의 결과와는 달리 유사하여 큰 차이는 없었다. 또한 방란 및 방정 직후와 퇴화기로 접어든 9월에도 성숙기인 6월과 대체로 큰 차이가 없이 유사하였고 (Fig. 2) 동면을 위해 명숙으로 들어간 11월에는 피하층 및 세포전반에 걸쳐 약한 염색반응으로 산재해 나타났다(Fig. 2 ; E, F). 이러한 결과를 통해볼 때, 지방 성분이 성숙기인 6월과 방란기 및 방정기를 거치면서 卵巢 및 精巢의 발달에 따른 에너지원으로 이용되어 피하층에서 염색강도가 약하게 나타난것으로 추정되며, 이후 성숙기에 접하면서 피하층에 다시 염색강도가 강하게 나타날것으로 추정되나 암,수 간에는 그다지 큰 차이가 없는 것으로 나타났다 (Table 2, Fig. 1, Fig. 2).

인용문헌

- Chung, E. Y., B. S. Ryu and J. R. Kim. 1989. A study on the process of the ovarian maturation of the bluespotted mud hopper, *B. pectinirostris*. Marine Develop. Res. Kunsan Univ. 1(1) : 19 - 36.
- Chung, E. Y., K. K. Lee and Y. N. Oh. 1991. Studies on the karyotype analysis of protein and nucleic acid contents of the muscle tissue of female *B. pectinirostris*. Marine Develop. Res. Kunsan Univ. 3(1) : 27 - 38.
- Dotsu, Y. and M. Matoba. 1977. Behavior of the mudskippers, *B. pectinirostris* and *P. cantonensis*. (Mutsugoru to tobihaze no koudou) anima(Heibonsha, Tokyo), 5(8) : 15 - 23. (In Japanese).
- Ferguson, H. W. 1989. Skin in "systemic pathology of fish", Iowa State University. Press/ America.
- Gordon, M. S., W. Ng and A. Yip. 1978. Aspects of the physiology of terrestrial life in amphibious fishes. - III. The Chinese mudskipper *P. cantonensis*. J. Exp. Biol. 72 : 57 - 75.
- Gordon, M. S., D. J. Gabaldon and A. Yip. 1985. Exploratory observations on microhabitat selection within the intertidal zone by Chinese mudskipper fish *P. cantonensis*. Marine Biol. 85 : 209 - 215.
- Gregory, R. B. 1977. Synthesis and total excretion of waste nitrogen by fish of the Periophthalmus (mudskipper) and Scartelaos families. Comp. Biochem. Physiol. 57A : 33 - 36.
- Ip, K. Y., S. F. Chew and P. C. Tang. 1991. Evaporation and the turning behavior of the mudskipper, *B. boddaeri*. Zool. Sci. 8 : 621 - 623.
- Iwata, K. 1988. Nitrogen metabolism in the mudskipper, *P. cantonensis* : Changes in free amino acids and related compounds in various tissues under conditions of ammonia loading, with special reference to its high ammonia tolerance. Comp. Biochem. Physiol. 91A : 499 - 508.
- Iwata, K. and I. Kaguta. 1983. A composition of catalytic properties of glutamate dehydrogenase from liver and muscle between amphibious *Periophthalmus cantonensis* and water-breathing gobiid fishes *Tridentiger obscurus*. Bull. Jap. Soc. Fish. 49 : 1903 - 1908.
- Misra, S., A. K. Dutta, T. Dhar, A. Ghosh, A. Choudhury and J. Dutta. 1983. Fatty acids of the mudskipper, *B. boddaerti*. J. Sci. Food Agric. 34 : 1413 - 1418.
- Morii, H., K. Nishikata and O. S. Tamura. 1978. Nitrogen excretion of mudskipper fish *P. cantonensis* and *B. pectinirostris* in water and on land. Comp. Biochem. Physiol. 60A : 189 - 193.
- Morii, H., K. Nishikata and O. S. Tamura. 1979. Ammonia and urea excretion from mudskipper fishes *P. cantonensis* and *B. pectinirostris* trans-

- ferred from land to water. Comp. biochem. Physiol. 63A : 23 - 28.
- Seki, N., T. Kanaya and T. Saito. 1969. Seasonal variations in the metabolic activities of tissue constituents of some fishes - II. Acid-soluble nucleotides and related compounds in the liver of Kokanee salmon. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ. 20 : 211 - 216.
- Song, D. J. and Y. J. Kang. 1979. Studies on the freezing of yellow sea bream I. Histological changes by freezing. Bull. Kor. Fish. Soc. 12(3) : 131 - 136.
- Suzuki, N. 1992. Fine structure of the epidermis of the mudskipper, *Periophthahnus modestus* (Gobiidae), Japan. J. Ichthy. 38(4) : 379 - 396.
- Takeuchi, T., T. Watanabe, S. Satoh, T. Ida and M. Yaguchi. 1987. Changes in proximate and fatty acid compositions of carp fed low protein-high energy diets due to starvation during winter, Nippon Suisan Gakkaishi 53(8) : 1425 - 1429.
- Tamura, O. S. 1977. Aspect of the physiology of terrestrial life in amphibious fishes, the mudskippers *B. pectinirostris* and *P. cantonensis*. Respiration and excretion. (riku niagatta sakana no nazo, kokyū to haisetu no shikumi). Anima (Heibonsha, Tokyo), 5(8) : 24 - 28. (In Japanese).
- Watanabe, Y. 1985. Histological changes in the liver and intestine of fresh water goby larvae during short-term starvation. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 51(5) : 707 - 709.
- 江波燈雄・道津喜衛. 1961. 有名海産ムツゴロウの福岡市への移植. 長崎大學水研報 10 : 141 - 147.
- 内田惠太郎. 1932. ムツゴロウ及ビトビハゼの生活史. 日學協報告 7(2) : 101 - 117.
- 道津喜衛・中野昌次. 1982. ムツゴロウの増養殖に関する研究 I. 産卵習性, 熟による採卵. 長崎大産水研報 32 : 1 - 13.
- 藤谷超・塚原宏子. 1969. 養殖餌料研究-第8報, 飢餓魚に現われた症状. 南西水研報 1 : 63 - 69.
- 卞在亨・李應昊. 1968. 굴비製造過程中的脂肪의移動에 관한組織學的觀察. 韓水誌 1(2) : 63 - 71.
- 小野原隆幸. 1980. ムツゴロウの生態 I. 漁業生産分布および成長について. 佐賀懸有名水試報 7 : 123 - 150.
- 野中順三九・矯本芳郎, 高橋豊佐. 順山三千三. 1976. 新版水産食品學 恒星社 厚生閣. 東京, 8 - 29.
- 劉奉錫. 1979. 醬鰻어속 어류의 비늘 특성에 관한 연구. 군산수산대연구 13(1) : 15 - 23.
- 劉奉錫. 1991. 韓國産 말뚝망둥어 亞科 魚類의 分類와 生態. 전북대학교 박사학위논문.
- 李榮敦, 李澤烈. 1987. 자리돔의 生殖 週期에 관한 研究. 韓水誌 20(6) : 509 - 519.
- 정의영・안철민・이택렬. 1991a. 醬鰻어, *B. pectinirostris* (Linnaeus)의 성성숙. 한수지 24(3) : 167 - 176.
- 정의영・이민웅・이근광・최수경・오영남. 1992. 醬鰻어, *B. pectinirostris*의 간, 근육조직내 단백질 전기영동 분석 및 단백질, RNA 함량변화. 한국어류학회지 4(1) : 96 - 104.
- 鄭義泳・李根光・吳永男. 1991b. 雌性 醬鰻어의 卵巢 발달단계에 따른 肝細胞의 活性 변화 및 肝組織의 蛋白質, 核酸 含量에 관한 研究. 한어지 3(1) : 48 - 57.
- 座間宏一. 1976. 白身の魚と赤身の魚, 水産學シリズ (13), p. 53 - 58. 恒星社 厚生閣. 東京.
- 佐伯清子・熊谷洋. 1984. 天然および養殖トラフグにおける一般成分의 季節的 變動. 日水誌 50(1) : 125 - 127.
- 土屋請彦. 1962. 改正 水産化學, p. 8 - 266. 恒星社 厚生閣. 東京.
- 박일웅・홍재식・이근광・김명근・김종배・강귀환. 1995a. 동면어류의 시기별 근육성분 분포에 관한 조직학적 관찰. 1. 미꾸라지 (*Misgurnus mizolepis*) 근육조직중 탄수화물, 단백질 및 지방질 분포의 변화. 한어지 7(2) : 187 - 194.

Histological Observation on the Seasonal Changes of Distribution of Muscle Components in Hibernant Fish

2. Distributional Changes of Carbohydrate, Protein and Lipid Components in the Muscle Tissues of Mudskipper, *Boleophthalmus pectinirostris*

Il - Woong Park, Jai - Sik Hong*, Keun - Kwang Lee**, Jong - Bae Kim***
Kui - Hwan Kang and Hyun - Ouk Kim****

Dept. of Food Science and Technology, Chonbuk Sanup University, Kunsan 573 - 400, Korea

* Dept. of Food Science and Technology, Chonbuk National University, Chonju 560 - 756, Korea

** Dept. of Biology, Kunsan National University, Kusan 573 - 360, Korea

*** Dept. of Fisheris processing, Kunsan National University, Kunsan 573 - 702, Korea

**** Dept. of Molecular Biology, Wonkwang University, Iksan 570 - 749, Korea

The seasonal changes in the muscle components of hibernant fish, amphibious mudskipper (*Boleophthalmus pectinirostris*), caught during the period between June 1993 and April 1994 were studied. The distributional changes of its major components in each muscle tissues was also observed before and after spawning and hibernation. Moisture content was the lowest after spawning season and the highest just after hibernation, but crude protein was the highest after spawning season. Crude lipid in female was the highest before spawning season, while in male it was the highest after spawning season, but both of female and male the lowest just after hibernation. Carbohydrate content in female and male showed the highest value just before hibernation and tended to decrease thereafter. In case of mudskipper, dyeing distribution was more or less spread in almost all of the tissues after spawning season but showed nearly no difference just after hibernation with the exception of small increase in dyeing degree of muco layer and epidermis layer. Investigation of mudskipper muscle tissue through the method of sudan black B dyeing yielded the results as follows ; lipid component in mudskipper in seasons before and after spawning season was percieved as mainly distributed in muco layer, epidermis and hypodermis layer respectively and also percieved a little between hypodermis subcutoneus cells. In season just before hibernation, it prevailed in almost all of the tissues, contrary to the weakness in its distribution degree just after hibernation