

# 동면어류의 시기별 근육성분 분포에 관한 조직학적 관찰

## 1. 미꾸라지 (*Misgurnus mizolepis*) 근육조직중 탄수화물, 단백질 및 지방질 분포의 변화

박일웅 · 홍재식\* · 이근광\*\* · 김명곤\* · 김종배\*\*\* · 강귀환

전북산업대학교 식품공학과, \*전북대학교 식품공학과

\*\*군산대학교 생물학과, \*\*\*군산대학교 수산가공학과

동면어류의 물질대사에 대한 학술적 기초자료를 얻음 목적으로 자연산 미꾸라지의 암컷과 수컷을 시료로 하여 시기별 (산란기 전 ; 5월, 산란기 후 ; 8월, 동면직전 ; 11월, 동면직후 ; 3월) 근육성분의 조성 과 육조직내 탄수화물, 단백질, 지방질 분포를 조사한 결과는 다음과 같다.

肥滿度는 암,수 모두가 산란기후에 다소 높았고, 동면직후에 가장 낮았다. 수분함량은 산란기 후에 가장 적었으나 동면직후에 가장 높았고, 조단백질과 조지방은 산란기 후가 가장 높았으나 동면직후에 가장 낮아 이들 함량의 변화 pattern이 相補的 경향을 나타내었다. 그리고 탄수화물은 동면직전이 다소 많으나 동면직 후에는 감소된 경향이였다. 근육 조직의 PAS염색 결과, 산란기후 표피의 점액 부위와 피하조직의 근육세포에서 비교적 강한 양성 반응을 나타내었다. 또한 진피층의 두께가 동면직후와 산란기 전이 산란기 후와 동면 직전보다 얇게 나타났다. Sudan black B 염색결과, 지방 성분 염색반응이 암컷은 산란기 전에 근육 세포층에 비교적 넓게 분포된 경향이였고, 수컷은 주로 점액층과 표피층에 나타났다. 산란기 후는 주로 표피 및 피하조직에 나타났고 동면 직전과 후는 조직 전체에 분포하였으나 그정도가 동면직 후에 다소 적은 편이였다.

### 서 론

최근 국민 건강식으로 수산물에 대한 선호도가 날로 고조 되면서 단백질 자원의 주요한 공급원으로 담수어에 대한 인식도 새롭게 되고 그 수요 또한 크게 증가 추세이나 근래에는 산업화에 따른 공장폐수, 생활하수, 농약 남용등에 따른 환경 악화로 천연자원이 급격히 감소되고 있다. 이중 특히 미꾸라지는 예로부터 滋養, 強壯食으로 널리 이용되어 왔으나 근래에는 그 수요량의 절대치를 수입에 의존하고 있어(水産年鑑, 1994) 이같은 담수어종의 양식을 효율적으로 육성하기 위한 정책적 배려가 긴요한 실정이다. 미꾸라지는 보통 沼地, 하천, 논, 개천등 진흙바닥에 서식하며, 아가미 뿐만 아니라 피부와 腸 호흡을 하는 독특한 습성이 있기

에 약간의 습기만 유지되면, 월동을 할수있는데, 연령, 기후, 수온등에 따라 다르나 대략 4월에서 7월사이에 산란을 하고 10월하순에서 이듬해 3월 하순경까지 땅속에서 동면을 하면서 월동을 하는 특성을 가지고 있다(姜, 1984). 지금까지 각종 담수어류에 대한 肉味 성분과, 지방질조성 그리고 조직(Shindo *et al.*, 1986)등에 관한 연구가 비교적 폭넓게 이루어져 있으며 그 가운데 미꾸라지에 대해서는 지방산 조성(新聞 와 田口, 1964), 영양성분(김 과 이, 1985), 그리고 유사어종인 미꾸리 卵母細胞의 조직(尹 等, 1987), 및 비산란기와 산란기에 따른 卵巢와 精巢의 조직(尹 等, 1991)등에 관한 보고등이 있으나 동면과 같이 특이한 생육 조건 변화에 따른 영양성분 또는 생체근육의 조직학적 고찰은 펍 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구

에서는 땅속에서 장기간 동면으로 겨울을 지내는 어류의 물질 대사에 대한 기초자료를 얻고자 산란 직전과 후 그리고 동면직전과 후의 미꾸라지 근육 조직중 일반 성분의 조성을 조사하고 주성분인 탄수화물, 단백질 및 지방성분 분포의 변화 추이를 조직학적 측면에서 검토하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험 재료

본 실험에 사용한 시료는 채집장소를 전북 옥구군 옥산면 소재의 논과 농수로 3곳을 택하여 채취한 자연산 미꾸라지(*Loach, Misgurnus mizolepis*)를 이용하였다. 채집시기는 시료어의 성상을 수시로 관찰하여 Table 1과 같이 산란기 전과 후, 동면 직전과 후로 4회 구분하여 매시기 3개 개체군을 살아있는 채로 실험실에 옮겨 각 그룹별로 雌雄을 선별한 다음 가능한 雌雄別 類似 크기의 것 100-200尾씩을 택하여, 脫이온수로 5 회 세척한 후, 즉살하여 내장과 혈액을 제거한 다음, 모든 시료어의 全肉을 취하여 각 개체군별로 혼합, 磨碎, 均質化하여 분석용 시료로 사용하였다. 조직 검사용은 背肉부분을 0.3~0.5cm<sup>3</sup> 크기의 薄片으로 절취하여 10% formalin 용액에 固定한 후 사용하였다.

### 2. 실험 방법

#### 1) 일반성분의 분석

수분은 상압 가열건조법, 조단백질은 Semi-micro Kjeldahl법, 조지질은 Soxhlet법, 회분은 건식회화법, 그리고 全糖은 25% HCl로 산가수분해하여 얻은 환원당을 Somogyi 變法으로 정량하였다(小原等, 1982).

#### 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 염색시약은 동일한 것을 사용하였고, 반응시간과 온도(실온) 역시 동일 조건으로 실시하였다. 즉 근조직내 탄수화물과 단백질 검사용은 periodic acid-schiff(PAS) 염색법으로, 薄片을 0.5% periodic acid 용액에서 5분간 처리한 다음 증류수로 수회 수세하고 schiff 용액 (basic fuchsin 1g, 1N HCl 20ml, sodium bisulfite 1g, charcol 0.5g/D.W. 200ml)에 15분간 침지하여, 탄수화물 및 단백질조직을 염색한 직후 과잉의 schiff 염색액은 NaHSO<sub>3</sub>(10% NaHSO<sub>3</sub> 6 ml, 1N HCl 5ml/D.W. 100ml) 용액이 들어 있는 I · II · III 槽에 2분간 썩 옮겨 침지하여 세척하

Table 1. Body length and weight of wild loach, *Misgurnus mizolepis*.

Sampling date	Sex	Body length(cm)		Body weight(g)		W × 10 <sup>3</sup> /L <sup>1,3</sup> Mean ± SD
		Range	Mean ± SD	Range	Mean ± SD	
May, 14~16, 1993 (B.S) <sup>2</sup>	♀	11.2~17.3	12.6 ± 0.07 <sup>1,3</sup>	12.2~26.3	13.8 ± 0.07 <sup>a</sup>	6.9 ± 0.08 <sup>b</sup>
	♂	10.5~13.2	11.4 ± 0.06 <sup>f</sup>	9.5~14.3	9.8 ± 0.05 <sup>b</sup>	6.6 ± 0.07 <sup>c</sup>
Aug, 26~28, 1993 (A.S)	♀	10.5~18.5	14.1 ± 0.08 <sup>d</sup>	11.8~35.5	20.6 ± 0.11 <sup>a</sup>	7.3 ± 0.1 <sup>b</sup>
	♂	11.9~17.0	12.8 ± 0.07 <sup>e</sup>	10.2~22.2	14.0 ± 0.06 <sup>f</sup>	6.7 ± 0.1 <sup>b</sup>
Nov, 7, 1993 (B.H)	♀	13.6~18.5	15.8 ± 0.04 <sup>b</sup>	21.5~33.5	26.1 ± 0.03 <sup>a</sup>	6.6 ± 0.04 <sup>d</sup>
	♂	12.7~15.5	14.2 ± 0.05 <sup>a</sup>	12.2~21.5	16.4 ± 0.05 <sup>c</sup>	5.7 ± 0.04 <sup>d</sup>
Mar, 11~13, 1994 (A.H)	♀	18.6~23.4	17.2 ± 0.14 <sup>c</sup>	16.8~36.2	23.6 ± 0.08 <sup>b</sup>	4.6 ± 0.1 <sup>f</sup>
	♂	12.4~18.7	15.3 ± 0.23 <sup>c</sup>	12.6~20.6	18.1 ± 0.12 <sup>d</sup>	5.1 ± 0.2 <sup>e</sup>

<sup>1</sup>: The values in parenthesis are the total average of all individuals used in experiments.

<sup>2</sup>B.S : Before spawning season. A.S : After spawning season. B.H : Just before hibernation. A.H : Just after hibernation.

<sup>3</sup>W : Body weight(g) × 10<sup>3</sup>/L : Body length(cm)<sup>3</sup> (coefficient of fatness). Sampling area : Oksan - myon rice field and water way of Okgu - gun.

<sup>a</sup> Means with the same lettered superscripts in a column's are not significantly at the 1% level by Duncan's multiple range test.

고 다시 수돗물로 5분간 수세 하였다. 이어 Harris hematoxylin 용액(hematoxylin crystal 5g, ethanol 50ml, NH<sub>4</sub>-citrate 1g, chloral hydrate 50g/D.W. 1 L)에 6분간 역(핵)염색하여 물로 수세한 후 다시 암모니아수(pH 8.0)로서 30초간 처리하고 증류수로 수세하였다. 이것을 다시 95% ethanol 용액에서 1분간 씩 2회, 100% ethanol에서 1분간 씩 2회 처리하여 탈수한 후 xylene으로 脫알콜화한 것을 canada balsam(Dong Hwa Co.)으로 封入하였으며, 지방질 검사용은 gelatin 包埋薄片을 sudan black B 용액(sudan black B 0.7g, propylene glycol 100ml)에 30분간 침지하여 지방질 조직을 염색하고 85% propylene glycol 용액에서 3분간 분별한 후 증류수로 수세하고 다시 Nuclear fast red 용액(0.5% basic fuchsin 1.5ml, 1% neutral red sol. 3ml/D.W. 100 ml)에 염색한 후 각각 사진촬영기(Olimpus Co.)가 부착된 광학현미경(Olimpus Co.)하에서 배율 X200로 검경하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 性狀변화

채집시기에 따른 미꾸라지의 性狀 비교는 Table 1과 같다. 실험에 사용한 각시기별 雌雄 각 個體群에 대한 체장과 체중의 算術平均値를 비교, 다중 분석한 결과 1% 수준에서 유의성이 거의 인정되었다. 즉 각시기별 雌雄 각 평균 체장이 11.4~17.2cm, 체중 9.8~26.1g 범위로 각 시기에 따라

암컷이 각각 1.2~1.9cm, 4.0~9.7g이 큰 것으로 나타났다. 이와 같은 크기는 미꾸라지가 체장 10~1cm, 체중 10g 정도의 성어가 되는데는 생후 2년이, 그리고 체중 20g 이상이 되는 데는 최소 3년(姜, 1984)이 소요되는 점을 감안하면 최소 2~3歲 이상의 群에 해당되는 것으로 생각된다. 시기별 雌雄間의 肥滿度 평균치는 雌雄 모두가 월동 후 동면에서 깨어나면서 일조시간이 길어지고, 수온의 상승과 함께 索餌活動이 왕성해지면서 性果가 서서히 발달되어 가는 산란기 이전과 산란이 종료되어 다시 회복기에 접어든 시기에 비교적 높은 값을 유지하였고, 또한 동면 직전에 비해 월동 후는 그 값이 급격히 감소하였다. 李와 李(1987)은 암,수 자리돔 모두의 肥滿도가 산란이 시작되는 6월 부터 감소하기 시작하여 산란 종료 후인 10월에 가장 낮고 다시 회복기에 접어들면서 비교적 높은 값을 유지하였으며 肥滿도의 연간 변화는 生殖活動과 밀접한 관련이 있다고 하였다. 이점에 미루어 볼 때, 미꾸라지 肥滿도가 산란기 후인 8월 하순에 비교적 높은 값을 나타낸 것은 8월 월선 이전에 산란이 종료되고 다시 회복기에 접어들면서 식욕이 왕성해지고 더우기 서식적온인 25~27℃(姜, 1984)가 가까이를 유지할 수 있어 체조직에 지방축적이 많았기 때문으로 판단된다.

### 2. 일반성분의 변화

미꾸라지 육중 일반성분을 상법에 따라 분석한 결과는 Table 2와 같고 각 시기별 雌雄間 일반성분 함량의 변화를 다중 분석한 결과 전반적으로 1%

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

Sex Sampling month	Female				Male			
	May <sup>a</sup>	Aug.	Nov.	Mar.	May	Aug.	Nov.	Mar.
Moisture	76.8±0.12 <sup>a1</sup>	76.1±0.1 <sup>a</sup>	77.2±0.2 <sup>a</sup>	78.8±0.3 <sup>a</sup>	76.6±0.4 <sup>a</sup>	75.9±0.5 <sup>a</sup>	76.9±0.3 <sup>a</sup>	78.6±0.2 <sup>a</sup>
Crude protein	17.8±0.05 <sup>a</sup>	18.4±0.08 <sup>a</sup>	18.0±0.07 <sup>a</sup>	17.7±0.04 <sup>a</sup>	18.0±0.07 <sup>a</sup>	18.3±0.09 <sup>a</sup>	18.2±0.08 <sup>a</sup>	17.8±0.05 <sup>a</sup>
Crude lipid	3.6±0.07 <sup>a</sup>	4.0±0.08 <sup>a</sup>	2.9±0.05 <sup>a</sup>	1.5±0.01 <sup>a</sup>	3.5±0.08 <sup>a</sup>	3.8±0.04 <sup>a</sup>	2.8±0.06 <sup>a</sup>	1.7±0.04 <sup>a</sup>
Crude Ash	1.3±0.02 <sup>a</sup>	1.2±0.03 <sup>a</sup>	1.3±0.03 <sup>a</sup>	1.7±0.04 <sup>a</sup>	1.3±0.02 <sup>a</sup>	1.4±0.03 <sup>a</sup>	1.3±0.05 <sup>a</sup>	1.6±0.07 <sup>a</sup>
Carbohydrate	0.5±0.02 <sup>a</sup>	0.4±0.002 <sup>a</sup>	0.7±0.002 <sup>a</sup>	0.4±0.003 <sup>a</sup>	0.5±0.003 <sup>a</sup>	0.5±0.001 <sup>a</sup>	0.8±0.001 <sup>a</sup>	0.3±0.01 <sup>a</sup>

1) Means ± SD of 3 times measurements for 3 group each group consisted of 150 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.

수준에서 유의성이 거의 인정 되었다. 실험 전 기간을 통한 雌雄別 평균치를 보면, 수분함량이 雌雄 각 77.2%, 77.0%, 조단백질이 18.0%, 18.1%로 수분은 암컷이, 조단백질은 수컷이 약간 높은 경향이 나 그 밖에 조지질은 암수 평균 각 3.0%, 조회분과 탄수화물은 1.4%, 0.5%로 동일하였다. 시기별 일반성분의 조성 변화는 Table 2에서와 같이 雌雄에 관계없이 수분함량이 수온이 높은 산란기 이후(8월)에는 감소되고 월동직후(3월)에 급증된 경향을 보인데 반해 조단백질과 조지질은 각각 산란기 이후에 증가하는 경향이었으나 월동직후에 크게 감소하였다. 이결과는 일반적으로 어류의 체조성이 계절적 환경요인에 따라 크게 변하여(土屋, 1962), 근육 중 조지질 함량이 미량인 어류는 수분과 조단백질 함량이 대체로 相補의 관계(佐伯와 熊谷, 1984)이며 수분과 조지질 함량 또한 相補의 관계(土屋, 1962; 伊達와 山本, 1988)라는 보고와 일치된 경향으로 생각된다. 조회분 함량은 동면을 시작 하기 전까지는 대체로 일정하나 월동 후 약간 증가된 경향으로, 이는 잉어를 25℃에서 86일간 絶食한 결과, 단백질과 지질은 감소하나 수분과 회분은 증가(竹内와 渡邊, 1982)되었다는 보고와 유사한 경향으로 생각된다. 탄수화물은 일반성분 중 가장 미량으로 동면 직전이 다소 높지만 월동 후에는 약간 감소경향이었다. 일반적으로 어류의 飽食量은 어종에 따라 차이가 있으나 空腹상태에 따라 다르고 攝食活動, 攝食量 또는 그 강도는 食習慣, 健康, 産卵, 回遊 등 생리적 요인과 수온, 용존산소, 조도, 염도 등 환경적 요인에 크게 영향을 받는 것으로 알려져 있다(荻野, 1980). 특히, 適水溫 범위에서도 수온이 높아지면 대사량이 많아지고 먹이의 소화 속도도 빨라져서 攝食량이 증가(石渡, 1984)하게 되는데 그 예로서, 틸라피아(*Tilapia nilotica*)를 25℃와 15℃ 수온에서 각각 82일간 絶食시켰을 때 25℃쪽에서 체중감소가 현저하였다는 보고(佐藤等, 1984)가 있다. 어류는 대개의 경우, 산란전에 조지질 함량이 최고에 달하나(野中等, 1976) 산란기간 중에는 생식선의 발달에 따른 근육지질의 소비로 감소한다는 보고(伊達와 山本, 1988)가 있으나 본 실험결과 산란기후인 8월에 조단백질과 지질함량이 높게 나타난 것은 미꾸라지

가 온수성 어류로 8월하순 월씬 이전에 산란을 종료하고, 회복기간에 이르러 다시 왕성한 攝食活動 등으로 잉어 에너지원을 근육이나, 기타 체조직에 전환, 축적함에 따른 결과로 추정되며, 결국 성숙 현상보다는 외적환경이 더 크게 영향 되었을 것으로 생각되었다. 그러나 동면 직전인 11월에 조단백질과 지질 함량이 산란기 후 보다 다소 감소 경향을 보인 것은 수온이 급격히 낮아짐에 따라 索餌活動이 부진해진데 원인이 있을 것으로 생각되며, 특히 월동 후의 감소 현상은 5~6개월간의 장기간 동면에 따른 체내 에너지대사 결과로 판단된다. 대부분의 어류가 에너지원으로 탄수화물에 대한 이용율은 대단히 낮고 단백질과 지질에 대한 이용율이 높은 것으로 알려져 있는데(荻野, 1980), 鈴木(1969) 잉어를 대상으로 한 월동실험에서 월동 이후 근육중 수분함량은 증가한 반면, 지질과 단백질 모두는 감소 되었으나, 특히 단백질 감소가 크다고 한 바 있다. Takeuchi 등(1987)도 잉어의 주요 에너지원은 근육지질보다 단백질과 腸脂質이라고 한 바 있고, Shimeno 등(1990)도 잉어의 소비 pattern을 검토한 결과, glycogen이 소모된 이후 단백질과 지질이 소비된다고 하였다. 그밖에 상어를 대상으로한 절식 실험에서 근육 단백질 보다 근육 지질의 감소가 현저하였고 특히, 飢餓狀態에서는 지방질이 대사 유지의 주요 물질이며(藤谷와 塚原, 1969), 산란, 회유기간 중 연어의 주 에너지원은 근육과 간장 지질 및 근육 단백질로 간장 단백질의 소모되지 않았다는 보고(五十嵐와 座間, 1953)도 있다. 이처럼 어류의 에너지대사 pattern이 어종에 따라 매우 多様하지만 동면전 후 일반성분 조성에 대한 이상의 결과를 미루어볼때 미꾸라지는 월동 기간중 근육지질이 가장 중요한 에너지원에 해당될 것으로 추정된다.

### 3. 肉 중 탄수화물, 단백질 성분의 조직학적 변화

산란기전후 와 동면직전과 후의 체조직내 탄수화물과 단백질 성분의 분포와 그 변화를 관찰하기 위하여 PAS 염색을 실시한 결과는 Fig. 1과 같다. 미꾸라지의 근육조직은 비늘이 없고 점액층이 있으며 일반 어류(Huh, 1992)와는 달리 진피층이 두

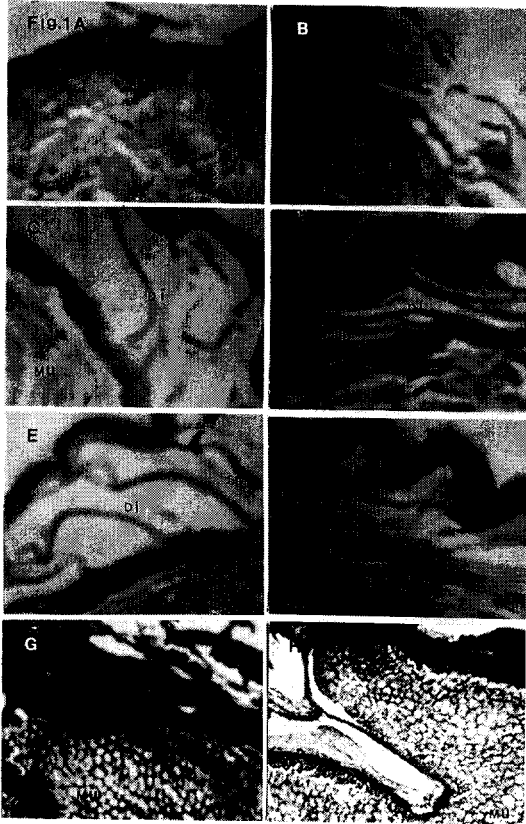


Fig. 1 Histological changes of the muscle stained with PAS of wild loach before and after spawning season, and just before and after hibernation.

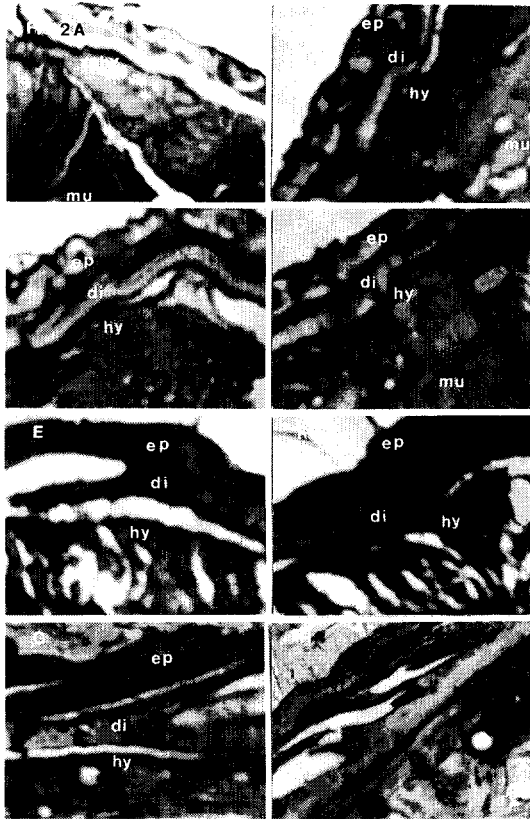
A ; May (♀), B ; May (♂), C ; Aug. (♀), D ; Aug. (♂) E ; Nov. (♀), F ; Nov. (♂), G ; Mar. (♀ ; x100), H ; Mar. (♂ ; x100) Di ; Dermis, Ep ; Epidermis, Mu ; Muscle, Hy ; Hypodermis subcutaneous muscle. Intraepithelial blood capillaries (arrow heads).

꺼운게 특징이다. 또한 피하 지방층도 일반 어류보다는 두꺼운 편으로 宋과 李(1982)이 보고한 뱀장어와 유사하였다. 그리고 Fig. 1에서와 같이 PAS 염색에서 표피의 점액부분과 피하조직의 근육조직에 강한 양성 반응을 일으킨 점으로 보아, 암, 수 공히 이 부위와 전체 세포 대부분이 탄수화물 또는 단백질로 구성 되어 있음을 알 수 있고, 특히 점액이 많은 표피층 부분이 강한 PAS염색 양성반응을 일으키고 있는 것은 이 부분에 mucopolysaccharide, mucoprotein 및 glycoprotein 등의 성분이 이외의 조직에서 보다 많이 분포하고 있는 것으로

생각된다(Fig. 1 ; A, B, C, D, E, F). 그러나 PAS 염색 결과로는, 점액층, 표피, 진피 및 피하조직 전반에 걸친 변화가 산란기 및 동면 전, 후에 뚜렷하게 구별되지 않는 않았지만 염색 강도로 볼때 대체로 암컷과 수컷 모두가 산란기 후인 8월이 다소 높고 진피층도 두꺼워 탄수화물 또는 단백질 성분 등의 합성 기능이 다른때보다 이 시기에 보다 원활 했을 것으로 추정되며(Fig. 1 ; C, D), 따라서 이들성분의 분포에 영향을 줄것으로 생각된다. 동면직전인 11월에도 명확치는 않으나 역시 PAS염색 강도로서 어느정도 차이가 인지되며, 암컷보다는 수컷의 조직에서 염색정도가 다소 강해 약간의 차이가 있음을 알 수 있었다(Fig. 1 ; E, F). 동면직 후인 3월 역시 큰 차이는 보이지 않았지만 염색 정도의 정도로 볼때 Table 2의 결과와 어느정도 일치됨을 알 수 있고, 암, 수 간에도 거의 비슷한 양상이었다(Fig. 1 ; G, H). 그리고 동면직 후와 성장기인 5월은 진피층의 두께가 산란기 후인 8월과 동면 직 전인 11월보다 현저히 얇게 나타나 다른 때와 대조적임을 알 수 있었다(Fig. 1 ; A, B, E, F).

#### 4. 肉 중 지방질 성분의 조직학적 변화

미꾸라지의 근육조직과 지방질 성분의 분포 상태는 Fig. 2와 같다. Fig. 2에서와 같이 지방질이 주로 피하층에 많이 분포하고 있으나, 암컷에서는 5월 이후 산란기로 접어 들면서 근세포 층에 보다 넓게 분포된 경향을 보이고 있지만(Fig. 2 ; A) 수컷은 점액층과 표피층, 피하층에 분포하고 있음을 인지할 수 있다(Fig. 2 ; B). 이같은 현상은 생 조기는 지방질이 주로 진피 및 피하 지방층에 분포한다는 卞과 李(1968)의 보고를 미루어 볼때 일반 어류와는 다소 다른 경향으로, 특히 性 성숙시에 필요한 에너지원으로써 지방질 성분이 세포간을 통하여 난소에 이행되는 것과 관련이 있을 것으로 생각된다. 또한 염색 강도로 보아 8월에는 지방질 성분이 주로 표피 및 피하 부분에서 인지되었는데(Fig. 2 ; C, D), 이는 Table 2의 지방질 함량이 가장 높게 나타난 결과와도 대체로 일치된 경향으로서 수온의 증가와 관련이 있을 것으로 생각된다. 따라서 체 조직의 지방 함량 및 분포가 온도와 성 성숙과 어떤 관련성이 있는지에 대해서 추후 좀더 검토를



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

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

하여야 할 것으로 생각된다. 한편 동면 직전인 11월에는 지방 성분염색이 일부분에 존재하지 않고 육 전체에 분포된 것으로 나타났는데(Fig. 2 ; E, F), 이 러한 결과는 동면기인 11월에 수온이 급격히 낮아짐에 따라 索餌 활동이 부진하고, 따라서 지방질이 육 세포의 주 에너지원으로 공급 소모되기 시작하고 동시에 저온으로 인한 인한 세포의 동결 방지와도 관련이 있을 것으로 생각되지만 이 부분에 대해서도 좀더 많은 연구가 필요할 것으로 생각된다.

## 인용문헌

- Huh, M. D. 1992. The histological structure and the pathologic lesions of teleost skin, *J. Fish. Pathology* 5(2) : 159 - 164.
- Shindo K., T. Tsuchiya and J. Matsumoto. 1986. Histological study on white and dark muscles of various fishes, *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.* 52(8) : 1377 - 1399.
- Shimeno, S., D. Kheyyali and M. Takeda. 1990. Metabolic adaptation to prolonged starvation in carp. *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.* 56(1) : 35 - 41.
- 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. *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.* 53(8) : 1425 - 1429.
- 姜景來. 1984. 미꾸리 養殖의 實際. p49 - 63, 新亞出版社.
- 김희숙 · 이현기. 1985. 미꾸라지의 영양성분에 대한 연구. *한국영양식량학회지* 14(3) : 296 - 300.
- 藤谷超 · 塚原宏子. 1969. 養殖餌料の研究 第VIII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 對한 組織學的 觀察. *韓水誌* 1(2) : 63 - 71.
- 石渡直典. 1984. 魚の飽食量に及ぼす水溫の影響. *日本水誌* 50(2) : 355.
- 小原哲二郎 · 鈴木隆雄 · 岩尾裕之. 1982. 食品分析ハンドブック. p17 - 260, 建帛社. 東京.
- 宋大鎭 · 李應昊. 1982. 水産食品의 加工 및 貯藏中の 組織學的 變化에 關한 研究. 2. 鰻장어 冷凍 貯藏中の 組織變化. *韓水誌* 15(3) : 199 - 206.
- 水産年鑑. 1994. 韓國水産會 第26輯. 64 - 337.
- 新聞彌一郎 · 田口條子. 1964. 天然および養殖アユの脂肪酸組成について. *日本水誌* 30(11) : 918 - 925.
- 野中順三九 · 橋本芳郎 · 高橋豊雄, 須山三千三. 1976. 新版 水産食品學. 恒星社 厚生閣. 東京. 8 - 29.
- 鈴木たね子. 1969. 冬季における養殖イコの生化學的研究 -IV, 筋肉たん白の變化. *東海水研報* 59 : 49 - 54.
- 五十嵐久尙 · 座間宏一. 1953. 鮭の生化學的研究 -I, 鮭産卵洄游時に於ける體成分の變化. *日本水誌* 18(11) : 618 - 622.
- 尹鍾萬 · 金炳喆 · 朴弘陽. 1991. 韓國産 미꾸리에 關한 育種繁殖學的研究. II. 未成熟과 成熟段階에서의 韓國産 미꾸리의 組織學的 變化. *韓畜誌* 33(8) : 552 -

561.

- 尹鍾萬·李相穆·朴弘陽. 1987. 韓國産 미꾸리에 있어서 HCG나 松魚의 腦下垂體에 의한 排卵誘起와 卵母細胞의 組織學的 變化. 家畜繁殖學會誌 11(3), 170-180.
- 伊達かおる·山本義和. 1988. 養殖ハマチの成長にともなう一般成分と無機成分の季節的變動. 日本誌 54(6): 1041-1047.
- 李榮敦·李澤烈. 1987. 자리돔의 生殖週期에 관한 研究. 韓水誌 20(6): 509-519.
- 荻野珍吉編. 1980. 魚類の營養と飼料. 新水産學全集 (14), p12-244. 恒星社 厚生閣版, 東京.
- 鄭義泳·劉奉錫·金重來. 1989. 장뚝어, *Boleophthalmus pectinirostris*(Linnaeus)의 卵巢成熟過程에 관한 研究. 群山大 海開研報 第1輯(1), 19-36.
- 佐藤秀一·竹内俊郎·渡邊武. 1984. *Tilapia nilotica*의 體組成および脂肪酸組成に及ぼす絶食および水溫の影響. 日本誌 50(1): 79-84.
- 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の季節的變動. 日本誌 50(1): 125-127.
- 竹内俊郎·渡邊武. 1982. 코이および니즈마스의 體組成および脂肪酸組成に及ぼす絶食および水溫の影響. 日本誌 48(9): 1307-1316.
- 土屋請彦. 1962. 改訂 水産化學, p8-266. 恒星社 厚生閣, 東京.

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

### **1. Distributional Changes of Carbohydrate, Protein and Lipid Components in the Muscle Tissues of Loach, *Misgurnus mizolepis***

**II - Woong Park, Jai - Sik Hong\*, Keun - Kwang Lee\*\*, Myung - Kon Kim\*  
Jong - Bae Kim\*\* and Kui - Hwan Kang**

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

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

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

\*\*\*Dept. of Fisheries Processing, Kusan National University, Kusan 573 - 702, Korea

This study was carried out to obtain fundamental data on the metabolism of hibernant fish loach, *Misgurnus mizolepis*. Main focus was on the composition of muscle components and its changes in fresh-water loach before and after spawning season and before and after hibernation. Distributional changes of carbohydrate, protein and lipid in the muscle tissues were also investigated. Change patterns of moisture and crude protein, and moisture and crude lipid were inversely proportional, i. e. : moisture amount showed the lowest value after spawning season, the highest just after hibernation, but crude protein and crude lipid were the highest values after spawning season, and the lowest just after hibernation. Carbohydrate showed the highest value just before hibernation and tended to decrease thereafter. Mucous layer of epidermis and muscle cell of hypodermis layer in loach were remarkable in its PAS dyeing degree after spawning season, and it was presumed to include high percentage of protein or carbohydrate. Dermis layer became thinner before spawning hibernation. Lipid component in female tended to distribute relatively widely in the muscle cell layer before spawning season, but in case of male mainly in mucous layer and epidermis layer. It appeared that lipid was spreaded mainly in epidermis and hypodermis tissue after spawning season, while it prevailed in almost all tissues but tended to decrease after hibernation.