

## 酸化된 pellet에 의한 틸라피아의 Ceroid症과 비타민 E, C의 豫防效果

曹文圭 · 田世圭\*

浦項專門大學 養殖學科

\*釜山水產大學校 魚病學科

## Ceroidosis of Tilapia, *Oreochromis niloticus*, due to the Oxidized Pellet and the Preventive Effect of Vitamin E and C Addition

Moon-Kyu JO, Seh-Kyu CHUN\*

Department of Aquaculture, Pohang

Junior College, Kyung-book, Korea

\*Department of Fish Pathology, National Fisheries

University of Pusan, Pusan 608-737, Korea

Tilapia, *Oreochromis niloticus*, weighing 100g on average was fed on the oxidized pellet diets in peroxide value (POV) 102 meq/kg, with or without the vitamin mixture of C and E for 67 days.

After administration of vitamin mixture for 67 days, the fish fed them displayed better growth than the fish fed oxidized pellet only.

The fish fed low level of the vitamin mixture or the oxidized pellet retained visceral ceroidosis but did not show myopathy. But the fish administered high level of the vitamin mixture losted macrophages disposing of ceroid in the viscera.

Based on the results, the administration of vitamin mixture at high level was effective as prophylaxis for ceroidosis.

### 緒 論

市販되는 配合飼料를 常溫에서 長期間 保管하거나

直射光線에 오랫동안 쏘이면 쉽게 酸化된다. 이와 같이 酸化된 配合飼料는 過酸化物質을 많이 지니게 되며, 특히 變敗된 脂質은 魚體에 여러 가지 生理的 障害를

## 70 Ceroidosis and effect of Vit. E and C

일으키므로 養殖者들에게 큰 被害를 주게 된다. 틸라피아 (*Oreochromis niloticus*)의 경우, 酸化飼料를 長期間 먹이게 되면, 代謝障害를 일으켜 成長이 停止되고 體色이 검어지면서 죽는 個體가 發生하기도 한다.

坂口와 浜口(1979)는 정어리 酸化油脂에 의한 魚類의 各臟器의 機能障害에 대해 報告하였고, 宮崎等(1981), Yokote(1970)은 번데기 過酸化物에 의한 잉어의 등여웁病에 대해 報告하였다.

窪田等(1980)은 養殖 방어에 變敗된 飼料를 投與했을 때 나타나는 病變을 病理組織學的으로 調査한 結果 ceroid症과 myopathy症의 合併症을 觀察할 수 있었다고 한다. 그리고, 窪田等(1981)은 방어와 자주복의 경우, 變敗脂質에 의한 中毒症이나 維生素 E 결핍증을 일으키게 되면 myopathy를 일으킬 뿐만 아니라 全體的으로는 ceroid가 沈着되는 것이 特徵的이라고 하였다.

酸化飼料를 魚類에 먹었을 때 나타나는 生理的 障害가 維生素等 各種 營養劑를 섞어서 먹이면 豫防될 수 있다는 것은 Smith(1979)와 窪田等(1981)의 研究 結果에서도 밝혀져 있다.

그러나, 魚類에 미치는 過酸化物質의 影響이 魚類에 따라서 다를 뿐만 아니라, 豫防을 爲해서 使用되는 維生素의 量도 크게 差異가 나기 때문에 養殖對象種別로 維生素 添加量을 適切히 調整하는 데 어려움이 많고, 경우에 따라서는 큰 經濟的 損失을 招來할 수도 있다. 그리고, 變敗脂質을 먹었을 때 發生하는 ceroid症이 生理的으로는 다소 障害를 받고 있다고 하더라도 外觀上으로는 별다른 異狀을 發見하지 못할 때가 많으며, 또한 維生素 등 豫防劑 投與後의 豫防 效果도 外觀만으로 確認하기 어려운 경우가 大部分이다.

따라서, 本 實驗에서는 우리나라의 主要 養殖魚類인 Tilapia의 酸化飼料投與에 따른 生理的 變化를 調査하고, 아울러 維生素 C와 E를 添加하여 投與했을 때 나타나는 豫防效果를 알고자 하였으며, 이들을 명확히 밝히기 爲하여 病理組織學的인 調査를 實施하였다.

### 材料 및 方法

實驗室에서 飼育하고 있던 틸라피아 중에서 크기, 健康狀態 등을 考慮하여 選別한 80마리(平均體重 100

±2g)를 實驗用 水槽(45×90×45cm) 4개에 20마리씩 分離 收容하여 實驗에 使用하였다. 實驗用 水槽는 波板을 利用한 循環濾過式으로 水質管理를 하였으며, 環水量은 500ml/sec, 水溫 22.5~27.5°C, pH 6.4~6.8 이었다.

틸라피아에 使用한 實驗用飼料는 A社에서 生産 市販하고 있는 잉어育成用 pellet 2호이었고, 하루에 魚體重의 3% 되게 投여하여 飼育하였으며 實驗用 水槽에 分離 收容한 後 2週日間 馴致시켜 異狀有無를 確認한 다음 實驗을 시작하였다.

Ceroid症의 誘發을 爲한 實驗用飼料(酸化飼料)는 上記한 飼育用飼料를 原料飼料로 使用하여 製作하였다. 즉, 原料飼料를 베너어板 위에 골고루 퍼두고 長期間 日光에 쬐이면서 送風기로 通風시켜 酸化를 促進시켰으며 過酸化物價가 102meq/kg으로 된 原料飼料를 酸化飼料로서 實驗에 使用하였다.

過酸化物價의 測定은 二化油脂株式會社 分析室에 依頼하였다. 즉, 酸化飼料의 過酸化物은 속실렛으로 抽出한 抽出油를 試料로 하여 調査하였으며, 試料 약 10mg을 정확히 달아 溶劑는 benzen과 ethanol을 1:1의 比率로 配合한 것이며, 指示藥은 1% phenolphthalein이었다.

$$\text{過酸化物價} = \frac{5.611 \times F \times A}{\text{試料의 무게(g)}}$$

A : N/10-KOH 標準液의 比率 ml

F : N/10-KOH · ETOH의 factor

Ceroid症의 豫防效果를 알기 위한 維生素 C(Ascorbic acid)와 維生素 E(DL- $\alpha$ -tocopherol)의 添加方法은 다음과 같다. 즉, 1日의 投與 酸化飼料에 대하여 添加한 維生素의 量은 各各 3段階로 區分하였으며, 維生素 C는 0.5mg/g diet, 1mg/g diet 및 1.5mg/g diet가 되게 添加하고, 維生素 E는 1.0IU/g diet, 2.0IU/g diet 및 3.0IU/g diet가 되도록 添加하였다. 그리고, 添加된 維生素의 破壞나 損失을 막기 爲하여 上記 添加量이 되도록 1日分의 投與 酸化飼料에 當日 아침마다 添加하였으며, 添加 方法은 먼저 維生素 C의 定량을 물에 녹여 酸化飼料에 均一하게 吸收시키고 이어서 生선 기름에 녹인 維生素 E를 고르게 吸收시켰다. 그리고, 維生素

添加飼料는 低溫室에 保管하면서 時間別로 一定하게 投與하였다.

實驗에 使用한 酸化飼料의 成分 및 組成은 Table 1과 같다. 즉, 飼料의 基本組成은 水分 8.6%, 粗蛋白質 42.0%, 粗脂肪 3.0%, 粗纖維素 4.0%, 칼슘 1.6%, 燐 1.6% 炭水化合物 21.5%, 鹽分 17.0% 및 비타민과 미네랄 0.8% 이었으며, 以外에 過酸化物質을 102meq/kg으로 調整한 것이었다.

實驗魚에 대한 酸化飼料 및 비타민 C와 비타민 E의 添加飼料의 投與 方法은 Table 1과 같다. 즉, 4개의 實驗區 中에서 對照 實驗區는 酸化飼料만 投與한 對照區이고, 1 實驗區는 비타민 C 0.5mg/g diet와 비타민 E 1.0IU/g diet를 添加한 酸化飼料의 投與區, 2 實驗區는 비타민 C 1mg/g diet와 비타민 E 2.0IU/g diet를 添加한 酸化飼料의 投與區, 3 實驗區에서는 비타민 C 1.5mg/g diet와 비타민 E 3.0IU/g diet를 添加한 酸化飼料를 投與하였으며, 各 實驗區別 日間 飼料의 投與量은 魚 體重의 3%가 되게 4回로 나누어 投與하였다.

實驗期間은 1990年 9月 20일부터 1990年 11月 27日까지의 67日間이며 이 期間 中에 나타나는 酸化飼料 投與의 影響과 비타민의 添加效果를 比較하였다.

各 實驗區에 대한 비타민 C와 비타민 E의 添加效果를 評價하기 爲하여 實驗魚의 各 臟器를 病理組織學的으로 調査하였다.

酸化飼料 및 비타민 C, E를 添加한 添加飼料의 投與實驗이 끝난 後 各 實驗區別로 實驗魚를 採捕, 解剖하고 肝臟, 脾臟 및 腎臟을 切取하여 10~15% 호르마린液에 固定시킨 後 常法에 따라 組織標本을 製作하였다. 즉, ethyl alcohol로 脫水하고 xylene으로 透明화한 後 paraffin을 浸透시켜 블록을 만들고 microtome으로 試料를 5 $\mu$ m의 斷片을 만들어 Hematoxyline과 Eosin에 染色한 後 病理組織標本을 製作, 光學顯微鏡의 400倍 아래에서 檢鏡하였다.

## 結 果

酸化飼料 및 비타민 添加飼料를 주면서 틸라피아를 67日間 實驗室에서 飼育하는 동안 實驗魚에서는 體色의 變化, 먹이 攝取 不良 또는 成長의 鈍化 등 外觀相 特記할 만한 變化는 볼 수 없었다.

過酸化物質가 102meq/kg인 酸化飼料를 67日間 投與하여 飼育한 對照 實驗區 實驗魚의 各 臟器에 있어서 病理組織學的인 所見은 Fig. 1, 2, 3과 같다.

肝臟의 肝組織에 出現하는 ceroid는 크기가 一定하지 않은 顆粒狀의 狀態가 많았으나, 때로는 담황색의 타원형의 것도 出現하였다. Ceroid 沈着이 甚한 것은 細胞核의 萎縮과 濃縮도 보였으며, 때로는 中心靜脈에서도 이와 비슷한 狀態가 觀察되었다(Fig. 1).

Table 1. Composition of the diet of each experimental group

Component	diet*(%)			
	control	1	2	3
Moisture	8.6	8.6	8.6	8.6
Crude protein	42.0	42.0	42.0	42.0
Crude fat	3.0	3.0	3.0	3.0
Crude cellulose	4.0	4.0	4.0	4.0
Calcium	1.6	1.6	1.6	1.6
Phosphate	1.6	1.6	1.6	1.6
Carbohydrate	21.5	21.5	21.5	21.5
Ash	17.0	17.0	17.0	17.0
Vitamin & mineral	0.8	0.8	0.8	0.8
DL- $\alpha$ -tocopherol(IU/g diet)	0	1.0	2.0	3.0
Ascorbic acid(mg/g diet)	0	0.5	1.0	1.5

\* Oxidized with aeration to increase the peroxide value to meq/kg before preparation of the diet.

脾臟에 있어서는 다른 臟器細胞組織에 比하여 ceroid 沈着程度가 더 濃密한 것을 볼 수 있었으며 또한 ceroid가 脾臟組織의 여러 部位에 걸쳐서 不規則한 模樣으로 出現함과 同時에 多量의 melanin 色素와 약간의 macrophage 細胞 등이 많이 나타나고 있었다(Fig. 2).

腎臟에서는 造血組織細胞內的 ceroid 沈着狀態가 顯著하게 나타나고 있었으며, 造血組織細胞에는 ceroid 沈着과 함께 melanin 染色 및 macrophage 細胞가 多數 出現되어 있는 것을 볼 수 있었다. 그리고, 尿細管의 上皮組織에 있어서는 部分的인 硝子適 變性이 觀察되기도 하였으나, 絲球體에 있어서는 별다른 異常을 볼 수 없었다(Fig. 3).

酸化시킨 配合飼料에 維生素 C 0.5mg/g과 維生素 E 1.0IU/g을 添加하여 67日間 投與하면서 飼育한 1 實驗區에 있어서 틸라피아의 各 臟器別 症狀는 Fig. 4, 5, 6에 나타냈다.

肝臟에 있어서 ceroid 沈着은 상당히 줄어들고 顆粒의 模樣이 명확치 않거나 작아져 보이는 것이 大部分이었다. 이와 같은 肝臟內 ceroid 狀態變化로써 對照 實驗區에 比하여 ceroid 沈着 程度가 弱화되고 있음을 알 수 있었다(Fig. 4).

脾臟細胞는 細胞內 ceroid의 沈着된 量이 大量 줄어들고 있는 것을 볼 수 있었다. 그러나, ceroid가 묻쳐져 있는 部位는 여전히 觀察되었고, 黃色의 ceroid 周圍에는 melanin 色素 및 macrophage 細胞 등이 少數 出現하고 있었다(Fig. 5).

腎臟의 實質細胞에서는 沈着된 ceroid가 過密 狀態로 觀察되었고 一定한 模樣을 갖추지는 않았다. 그러나, ceroid 沈着部位周圍에 있어서도 별다른 病變은 나타나지 않았다(Fig. 6).

2 實驗區에 있어서 實驗魚의 各 臟器別 所見은 Fig. 7, 8, 9와 같다.

肝臟에 있어서 組織內 ceroid의 沈着은 大幅 減少되었고 赤褐色의 粒子만이 약간 나타났을 뿐이다(Fig. 7).

脾臟에 있어서 ceroid의 沈着은 하나의 큰 덩어리 狀態로 되어 實質細胞 사이에서 一定하지 않은 模樣이나 크기가 다른 粒子狀을 形成하였으나 顆粒狀의 알갱이는 잘 보이지 않았다. 그리고, melanin 色素와 macrophage 細胞가 混合하여 약간 어두운 黃色을 나

타내었으나 對照區와 比較해 볼 때 顯著한 差異가 있었다. 그 외 實質細胞內的 特別한 變性이나 壞死는 出現되지 않았다(Fig. 8).

腎臟의 組織內 ceroid 沈着 狀態는 顆粒의 形態가 매우 縮小되어 있었다(Fig. 9).

3 實驗區에 있어서 實驗魚의 各 臟器別 症狀는 Fig. 10, 11, 12에 나타냈다.

肝臟에 있어서 組織內 ceroid는 다른 實驗區와는 달리 전혀 沈着되지 않았다. 그리고, 肝細胞에서도 별다른 異常이나 細胞組織內的 特徵的인 變化를 볼 수 없어서 正常的인 細胞인 것으로 判斷되었다(Fig. 10).

脾臟에서의 組織內 ceroid 沈着을 對照區와 比較해 볼 때 維生素 C와 E의 添加量이 많을 수록 脾臟의 ceroid 沈着狀態가 不規則하고 매우 縮小된 模樣을 나타냈다. 實質細胞內에 약간의 黃色을 띤 褐色의 ceroid가 少量 沈着되었다. 脾臟組織도 별다른 病變은 觀察되지 않았다(Fig. 11).

腎臟에 있어서도 組織的 ceroid 沈着은 肝臟과 같이 維生素 C와 E의 添加量을 增加시켜 投與했을 때 ceroid가 전혀 나타나지 않았고 尿細管이나 實質細胞의 組織上에도 별다른 異常이 나타나지 않아 正常的인 細胞로 생각되었다(Fig. 12).

以上에서 관찰한 병리조직학적 所見을 整理하면 Table 2와 같이 나타낼 수 있었다.

## 考 察

魚類에 酸化된 飼料를 長期間 먹이면 成長이 不良하거나 停止되고, 貧血症을 일으키며, 筋肉이 萎縮되는 現象이 나타나게 될 뿐만 아니라 狀態가 甚한 境遇에는 大量 斃死를 일으키기도 한다는 것은 橋本等(1966)의 잉어, 窪田等(1981)의 무지개송어 및 宮崎와 窪田(1981)의 잉어에 관한 研究 結果에서도 잘 알려져 있다.

Yokote(1970)는 酸化飼料가 魚體에 미치는 影響을 調査하기 爲하여 過酸化物價가 19.1meq/kg인 번데기 油를 10% 飼料에 添加하여 잉어를 飼育한 結果 3個月 만에 100%의 myopathy가 發現하였다고 했다. 그리고 宮崎와 窪田(1981)는 過酸化物價가 3meq/kg인 變敗 번데기로서 實驗한 結果 8個月 만에 모든 實驗魚에서

Table 2. Summary of histopathological findings in the tilapia

	control	1	2	3
<b>Ceroidosis</b>				
liver	+	+	+	-
spleen	+++	+++	++	+
kidney	++	++	+	-
<b>Melanosis</b>				
liver	+	+	-	-
spleen	+++	+	+	+
kidney	++	+	+	-

Feeding period : 67 days, water temperature : 22.5-27.6°C

Diet : 3% commercial pellet of carp body weight a day

control ; vitamin E and C mixture 0 mg for 67 days

1 ; vitamin mixture E 1.0IU+ vitamin C 0.5mg per gram diet for 67 days

2 ; vitamin mixture E 2.0IU+ vitamin C 1.0mg per gram diet for 67 days

3 ; vitamin mixture E 3.0IU+ vitamin C 1.5mg per gram diet for 67 days

- : no change, + : mild, ++ : moderate, +++ : severe

등여웁病이 發生하였으며 内部 各 臟器에서는 ceroid의 沈着을 볼 수 있었다고 한다.

本 實驗에서는 틸라피아에 대하여 過酸化物價가 102 meq/kg인 配合飼料를 67日間 投與한 結果 魚體 内部 臟器에서 ceroid 沈着을 볼 수 있었으나 등여웁病 등 外觀의 症狀은 전혀 觀察할 수 없었다. 이러한 差異가 魚種에 따른 生理代謝의 相異함에 起因된 것인지 또는 實驗에 使用한 飼料의 組成이 다르기 때문인 지는 알 수 없었다. 그러나 酸化飼料를 投與했을 때 内部臟器에 ceroid가 沈着된다는 점에서는 共通된 現狀을 보였다.

各種 養殖魚에 酸化飼料를 먹었을 때 나타나는 魚體의 脂質 過酸化物質의 毒性이 비타민 E의 投與에 依해 效果的으로 抑制 된다는 事實은 잘 알려져 있다. 橋本 等(1966)은 酸化脂肪에 依한 잉어의 등여웁病이 비타민 E의 投與에 依해 豫防될 수 있음을 밝혔고, 坂口와 濱口(1969)는 방어에서의 비타민 E 投與效果에 대하여 研究하였다. 그리고 Murai and Andrews(1974)은 過酸化物價 78.3meq/kg의 變敗油脂를 配合飼料에 10% 添加하고 또한 飼料 100g당 25mg의  $\alpha$ -tocopherol을 添加하여 飼育한 結果 3個月 만에 30%, 5個月에 100%의 myopathy 症이 發生되는 점 등으로 보아

飼料의 過酸化物價가 높을 수록  $\alpha$ -tocopherol을 더 많이 添加시켜 飼育해야만 이 疾病의 發生을 抑制할 수 있다고 報告하였다. 그리고 窪田 等(1981)은 粉碎한 까나리 100g당  $\alpha$ -tocopherol을 250mg 添加한 복어(0.3g)의 實驗群에서는 myopathy 症의 豫防效果가 있었으나 그 以下の 實驗群에서는 豫防效果가 없었다고 했다.

그리고 Aoe et al.(1972)는 過酸化物價가 33인 casein 基礎飼料에 酸化油를 添加하여 投與한 잉어에도 비타민 E를 25mg 添加하여 投與하면 有效하다고 하였다.

이와 같이 酸化飼料에 添加한 비타민 E의 效果는 魚種이나 添加量 또는 飼料의 種類에 따라서 크게 差異가 나는 것을 알 수 있었다.

本 實驗에서는 Table 2에 나타낸 바와 같이 酸化飼料에 비타민 E를 2.0IU/g diet로 添加하여 投與한 1 實驗口의 各 臟器에서 ceroid의 沈着 程度가 減少하기 시작하여 3.0IU/g diet의 添加口에서는 ceroid의 뚜렷한 減少現狀을 볼 수 있었으나, 그 以下の 添加量에서는 對照口와 별다른 差異가 없었다.

그리고, Tilapia의 ceroid 症 豫防에 必要한 비타민 E의 量을 다른 魚種의 첨가량과 直接的으로 比較하

## 74 Ceroidosis and effect of Vit. E and C

기에는 많은 어려움이 있지만, 上記한 복어에 비해서는 다소 적은 量의 비타민 E가 要求되는 것으로 생각되었다.

Durve와 Lovell(1982)은 channel catfish에 비타민 C를 添加한 飼料를 投與하면 細菌性 疾病에 대한 抵抗力이 增加된다는 事實을 發見하였으며, 木村과 復田(1979)은 비타민 E, C, B 混合體의 投與가 방어의 類結節症에 대한 防禦力을 增強시키는 效果가 있다고 하는 등 비타민 C 또는 비타민 複合體의 投與가 魚類의 健康管理에 有效하다는 것은 分明하다. 그리고, 竹田等(1989)은 참돔의 酸化飼料에 비타민 E와 C를 添加하여 實驗한 結果 C와 E의 相乘作用에 依해 脂質 過酸化反應이 效果적으로 抑制된다고 하였다. 本 實驗의 結果에서 비타민 C의 添加量이 1.0mg/g diet 以上인 飼料를 投與했을 때, 鰻라피아의 內臟에 蓄積되는 ceroid의 量이 減少되고 있었다. 그리고 이 때의 維生素 E 含量이 2.0IU/g diet이었다는 點을 考慮하면 鰻라피아에서도 竹田等(1989)의 見解와 같이 維生素 C와 E의 複合投與로 維生素 E 單獨 投與時 보다 그 效果가 增加될 수 있었을 것으로 思料된다.

그러나, 本 實驗에서는 維生素 C나 E를 單獨으로 使用한 實驗區가 없었으므로 此 點에 대해서는 보다 綿密히 檢討되어야 할 것이다.

### 要 約

市販되는 配合飼料를 長期間 保管하거나 直射光線을 쪼이면 酸化되어 過酸化物質을 많이 含有하게 되는데, 이와 같이 酸化된 pellet을 鰻라피아에 먹으면 內臟에 ceroid가 沈着되므로 代謝障害를 일으켜 魚類의 成長이 나빠지고 體色이 검어지면서 서서히 斃死한다.

本 論文은 酸化飼料를 먹임으로 인하여 養殖 鰻라피아에서 發生하는 ceroid症의 豫防 效果를 밝히기 爲하여 維生素 C와 E를 添加한 酸化飼料와 非添加飼料를 投與한 다음 그 結果를 病理組織學的으로 觀察할 것이다.

實驗에는 1990年 9월부터 同年 11月 27일까지 67日間 實驗室에서 體重이 100g인 80마리의 實驗魚를 使用하였으며, 各々 濃度를 다르게 維生素 C, E를 酸化飼料에 첨가하여 飼育했다.

各 臟器의 病理組織學的 差異를 알기 爲해 臟器別로 組織 標本을 製作하여 觀察해 본 結果, 維生素 C와 E를 各々 1.0 mg/g diet, 2.0IU/g diet 以上 添加한 酸化飼料 投與 實驗區는 維生素 非添加 酸化飼料 投與 實驗區에 比하여 肝臟, 脾臟, 腎臟 등의 內臟에 沈着된 ceroid의 量이 顯著하게 적은 것으로 나타났을 뿐만 아니라 macrophage의 出現率도 적었다.

以上의 結果로부터, 鰻라피아의 飼育時 먹이로 주는 pellet은 酸化 程度에 따라서 維生素 C와 E의 量을 適切히 混合添加하여 投與하면 酸化飼料의 攝取로 인한 ceroid症의 豫防 效果가 있을 것으로 생각된다.

### 參 考 文 獻

- Aoe, H., I. Abe, T. Saito, H. Fukawa, and H. Koyama (1972) : Preventive effects of tocopherols on muscular dystrophy of young carp. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 38(8), 845-851.
- Durve, V. S. and R. T. Lovell (1982) : Vitamin C and disease resistance in channel catfish (*Ictalurus punctatus*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 39, 948-951.
- 橋本芳郎・岡市友利・渡邊 武・古川 厚・梅津武司 (1966) : 酸化脂肪によるコイのセケ病の發生とビタミンの豫防効果. 日本誌 32(1) 64-69.
- 木村正雄・福田三朗 (1979) : 細菌性疾病(類結節症) 權病ハマチに對する水産用ビタミンE・C・B 群劑(V. E-63-004) 投與效果. 水産増殖 26 (4), 143-146.
- 窪田三朗・丹橋紀男・延東 眞・宮崎照雄 (1980) : 養殖魚の營養性ミオパチー症候群關する研究-I. ブリの營養性ミオパチー. 魚病研究 15(2) 75-80.
- 窪田三朗・宮崎照雄・津田茂美・糟谷造一(1980) : 養殖魚の營養性ミオパチー症候群に關する研究-IV. ニヅマスの激しいセロイド症をとまなう營養性ミオパチー. 三重大水産研報 8, 107-115.
- Murai, T. & Andrews, J. W. (1974) : Interactions of dietary  $\alpha$ -tocopherol, oxidized menhaden oil

- and ethoxyquin on channel catfish (*Ictalurus punctatus*). J. Nutr. 104, 1416-1431.
- 宮崎照雄・窪田三朗 (1981) : 養殖魚の營養性ミオパチー症候群に関する研究-V. 邊敗露蹄投與によるコイの背こけ症状. 三重大水産研報 8, 117-129.
- 坂口宏海・浜口章 (1986) : 酸化油添加飼料による飼育とビタミンE添加の効果. 日水誌 35(12), 1207-1214.
- 坂口宏海・浜口章 (1979) : 養殖マダいの生理學的研究-II. 酸化油投與が血液, 肝すい臓成分などにも與える影響. 日水誌 45, 449-453.
- Smith C. E. (1979) : The prevention of liver lipid degeneration (ceroidosis) and microcytic anemia in rainbow trout *Salmo gairdneri* Richardson fed rancid diet : a preliminary report. J. Fish Disease 2, 429-437.
- 竹田正彦・示野貞夫・細川秀毅・天野勝明・池田康輔・井上伊佐男 (1989) : マダいの脂質過酸化に及ぼす酸化油脂および營養劑投與の影響. 水産増殖 37(1) 1-7.
- Yokote M. (1970) : Sekoke disease, spontaneous diabetes in carp, *Cyprinus carpio*, found in fish farms I. Pathological study. Bull. Fre. Fish. Res. Lab. 20(1), 39-72.

### Legends for Figures

- Fig. 1. Liver with slight ceroidosis taken from fish in the first group. Small number of macrophages including ceroid are found in the hematocytes (arrows). H. E. stain  $\times 400$
- Fig. 2. Spleen with extensive ceroidosis taken from a fish in the first group. Hematopoietic tissue exhibit heavy depositon of ceroid. Small number of macrophages appear phagocytize ceroid (arrow). H.E.  $\times 400$
- Fig. 3. Kidney with modrate ceroidosis taken from a fish in the first group. Many macrophages appear phagocytizing ceroid actively.
- Fig. 4. Liver with slight ceroidosis taken from a fish in the second group. Small number of macrophages including ceroid are found beside vessels (arrows). H.E.  $\times 400$
- Fig. 5. Spleen with extensive ceroidosis taken from a fish in the second group. Many macrophages appear phagocytizing ceroid actively (arrow). H.E. stain  $\times 400$
- Fig. 6. Kidney with extensive ceroid taken from a fish in the second group. Ceroid-laden macrophages appear in the hematopoietic tissue (arrows). H.E. stain  $\times 400$
- Fig. 7. Liver with slight ceroidosis taken from a fish in the third group. Small number of macrophages including ceroid are found beside vessels (arrows). H.E stain  $\times 400$
- Fig. 8. Spleen with moderate ceroidosis taken from a fish in the third group. Ceroid-laden macrophages appear in the hematopoietic tissue (arrows). H.E. stain  $\times 400$
- Fig. 9. Kidney with slight ceroidosis taken from a fish in the third group. Ceroid-laden macrophages appear beside renal tubules (arrows). H.E. stain  $\times 400$
- Fig. 10. Liver with slight ceroidosis taken from a fish in the fourth group (arrows). H.E. stain  $\times 400$
- Fig. 11. Spleen with slight ceroidosis taken from a fish in the fourth group. Small number of macrophages including ceroid are found hematopoietic tissue (arrow). H.E. stain  $\times 400$
- Fig. 12. Kidney with slight ceroidosis taken from a fish in the fourth group. One macrophages including ceroid are found in the hematopoietic tissue (arrows). H.E. stain  $\times 400$





