

魚類消化管의 Alkaline Phosphatase 活性에 관한 研究

하 재 청·김 국 찬
(부산대 문리대)

A Study on the Alkaline Phosphatase Activity in the Digestive Tracts of Fishes

Jae Chung Hah and Kuck Chan Kim
(Dept. of Biology, Busan National University)
(1974. 7. 12 접수)

SUMMARY

The authors have studied the distribution of alkaline phosphatase in the pharynx, esophagus, stomach (or intestinal bulb), anterior and posterior portions of intestine of three kinds of fishes. The results obtained are as follows:

1. Alkaline phosphatase activity of basal cells in the pharyngeal epithelium of loach and snakehead fish showed moderately positive reaction, and basal cells in the esophageal epithelium of loach and eel showed also moderately positive reaction.
2. Goblet cells of pharynx, esophagus, intestinal bulb and intestinal mucosa, and gastric glandular cells of the above fishes showed negative reaction for alkaline phosphatase.
3. Strongly positive reaction for alkaline phosphatase was observed at both intestinal bulb and the free border of intestinal epithelium, but weak positive reaction at the free border of posterior portion of loach intestine.

서 론

高等脊椎動物의 消化管에 있어서의 alkaline phosphatase 活性에 관하여는 많은 보고가 있으며 (Allenspach and Hamilton, 1962; Bogart, 1968; Clark, 1961; Fishman *et al.*, 1962; Hinsch and Buxbaum, 1965; Hinsch 1966) 魚類에 관하여도 Prakash(1961)가 송어의 胃腸管에서 alkaline phosphatase의 분포를 관찰한 것을 위시하여 소수의 組織化學的 研究가 있다. 즉 Makino (1963)는 미꾸리의 腸管에 있어서 alkaline 및 acid phosphatase의 분포상태를 상세히 관찰하여 전반적으로 alkaline phosphatase 活性도가 acid phosphatase의 그것 보다 높고 alkaline phosphatase는 腸上皮 遊離緣에 活性이 강하나 acid phosphatase는 上皮細胞層에 강한 活性을 보인다고 하였다. 鈴木 (1966)는

미꾸리의 消化管粘膜에 있어서 食道, 胃, 前腸粘膜上皮 遊離緣에는 alkaline phosphatase의 활성이 강하나 後腸의 上皮遊離緣에는 活性이 없으며 acid phosphatase는 消化管 粘膜上皮細胞 遊離緣에 중등도 이상의 강한 양성반응을, 上皮細胞의 細胞質에서도 食道 및 胃粘膜에서는 약한 양성반응을, 腸粘膜에는 중등도의 양성반응을 관찰한 바 있었다. 강(1970)은 哺乳類, 鳥類, 爬虫類, 兩棲類 및 魚類의 胃腸管粘膜에 있어서의 alkaline phosphatase 분포를 관찰하여 각 동물의 胃 및 大腸 粘膜上皮에서는 반응이 없었으나 小腸 粘膜上皮에서는 강한 양성반응을 나타낸다고 하였다. 조와 박(1972)은 개구리와 뱀장어의 消化管粘膜에 관한 組織化學의 연구에서 小腸과 大腸粘膜 表面上皮는 강한 양성반응을 보인다고 하였다.

이상과 같이 動物 消化管粘膜에 관한 組織化學的인 보고는 다수 있으나 腸呼吸을 하는 魚類와 아가미 呼吸에만 의존하는 魚類의 消化管에 있어서의 alkaline phosphatase 분포를 비교 관찰한 보고는 거의 없다. 저자들은 比較組織化學的인 연구의 일환으로 腸呼吸을 하는 미꾸리, 咽頭呼吸을 겸하는 가물치 및 아가미呼吸에만 의존하는 뱀장어의 消化管粘膜에서의 alkaline phosphatase 活性을 비교관찰한 結果를 보고하는 바이다.

材料 및 方法

본 연구에 사용한 動物은 현지(釜山)에서 채집한 각 6예씩의 미꾸리, 가물치, 뱀장어였으며, 각 동물을 즉시 해부하여 咽頭, 食道의 중간부, 胃體部 또는 腸管膨大部의 중간부, 小腸 中央部 및 大腸 中央部를 약 3~4mm 크기로 잘라 10% 중성 포르말린과 냉 acetone-ethanol (1:1) 액에 고정하였다. 染色法은 먼저 중성 포르말린에 고정한 組織은 대조표본으로 6 μ 파라핀 절편을 만들어 H-E 染色을 실시하였다. alkaline phosphatase 검출을 위하여는 냉 acetone-ethanol 액에 24시간 고정한 후, 파라핀(M.P. 46~48°C)에 포매하여 6 μ 절편을 만들었다. 基質로는 Na β -glycerophosphate를 사용하였으며 pH 9.4, 37°C에서 3~4시간 浸漬한 후 Gomori(1952) 변법에 의하여 酵素活性을 決定하였다. 對照實驗은 基質로서 Na β -glycerophosphate 대신 생리적 식염수를 사용하였다. 酵素活性의 강약은 그 染色程度에 따라 顯의상 染色되지 않은 경우 (-), 染色이 겨우 認定되는 경우 (\pm), 약한 양성을 나타내는 경우 (+), 중등도의 양성을 나타내는 경우 (H), 강한 양성을 나타내는 경우 (H)의 5등급으로 나누었으며 세포가 결여된 경우는 O표로 표시하였다.

結 果

1. 미꾸리

1.1. 咽頭 alkaline phosphatase의 분포

表面 上皮細胞의 유리연은 중등도의 양성반응을 보였으나 基底細胞는 약한 양성반응을 보였으며, 上皮細胞사이에 혼재해 있는 杯狀細胞는 反應이 없었다. 固有層의 血管에서도 약한 양성반응을 나타냈으나 固有層, 粘膜下層, 筋層 및 外膜에서는 반응이 겨우 인정되거나 없었다(Table 1).

1.2. 食道 alkaline phosphatase의 분포

表面 上皮細胞의 유리연과 基底細胞는 중등도의 양성반응을 보였으나, 杯狀細胞는 반

Table 1. Distribution of alkaline phosphatase in the pharynx of fishes

Regions	Fishes	Loach	Snakehead	Eel
Luminal border		++	+	+
Goblet cell		—	—	—
Basal cell		+	++	+
Tunica propria		+	±	±
Submucosa		±	±	±
Muscle coat		—	—	—
Adventitia		—	—	±

++ : strongly positive, + : moderately positive, + : weakly positive,
 ± : faintly positive, — : negative to Gomori's Na β -glycerophosphate reaction

음이 없었다. 固有層, 粘膜下層, 筋層 및 外膜에서는 반응이 겨우 인정되거나 볼 수 없었다(Table 2).

Table 2. Distribution of alkaline phosphatase in the esophagus of fishes

Regions	Fishes	Loach	Snakehead	Eel
Luminal border		++	++	±
Goblet cell		—	—	—
Basal cell		++	+	++
Tunica propria		±	±	±
Submucosa		—	—	—
Muscle coat		—	—	—
Adventitia		±	±	±

1. 3. 腸管膨大部 alkaline phosphatase 의 분포

키가 큰 圓柱細胞의 유리연에 강한 양성 반응을 보였으나 上皮 圓柱細胞의 細胞質과 杯狀細胞에서는 반응이 없었다. 固有層은 반응이 겨우 인정되었으며 粘膜下層, 筋層, 漿膜層에서는 반응이 없었다(Table 3).

Table 3. Distribution of alkaline phosphatase in the stomach of fishes

Regions	Fishes	Loach	Snakehead	Eel
Luminal border		++	±	—
Goblet cell		—	○	○
Tunica propria		±	++	+
Submucosa		±	++	+
Muscle coat		—	—	—
Serosa		—	—	—

○ : Goblet cells were absent.

1. 4. 前腸 alkaline phosphatase 의 분포

上皮 圓柱細胞의 유리연에 고도의 강한 양성 반응을 보였으나 圓柱細胞의 基底部 및 杯狀細胞는 반응이 없었다. 固有層은 약한 양성 또는 반응이 겨우 인정되었으나 粘膜下層,

筋層, 漿膜層에서는 血管內皮의 약한 양성반응을 제외하고 반응이 없었다(Table 4).

Table 4. Distribution of alkaline phosphatase in the anterior part of intestine of fishes

Regions	Fishes	Loach	Snakehead	Eel
Luminal border		卄	卄	卄
Goblet cell		—	—	—
Basal portion		—	—	—
Tunica propria		±	±	±
Submucosa		±	—	±
Muscle coat		—	—	—
Serosa		—	—	—

1.5. 後腸 alkaline phosphatase의 분포

上皮 圓柱細胞의 유리연과 上皮細胞를 둘러싼 毛細血管網의 內皮細胞에서는 약한 양성반응을 보였으나 杯狀細胞는 반응이 없었다. 固有層과 粘膜下層, 筋層 및 漿膜層에서는 반응이 겨우 인정되거나 없었다(Table 5).

Table 5. Distribution of alkaline phosphatase in the posterior part of intestine of fishes

Regions	Fishes	Loach	Snakehead	Eel
Luminal border		+	卄	—
Goblet cell		—	—	—
Basal portion		—	—	—
Tunica propria		±	±	±
Submucosa		—	—	—
Muscle coat		—	—	—
Serosa		—	—	—

위의 결과를 요약하면 미꾸리 消化管의 각 부위에 있어서 alkaline phosphatase는 粘膜上皮細胞의 유리연에서 중등도 이상의 양성반응을 보였으며 특히 前腸部의 上皮遊離緣은 고도의 양성반응을 보였다.

2. 가물치

2.1. 咽頭 alkaline phosphatase의 분포

表面 上皮細胞의 유리연은 약한 양성반응을 보였으며 基底細胞는 중등도의 양성반응을 보였다. 杯狀細胞에서는 반응이 없었으며 固有層, 粘膜下層, 筋層 및 外膜에서는 반응이 겨우 인정되거나 없었다(Table 1).

2.2. 食道 alkaline phosphatase의 분포

表面 上皮細胞의 유리연은 중등도의 양성반응을 보였으나 基底細胞는 약한 양성반응을 보였으며 杯狀細胞에서는 반응이 없었다. 固有層, 粘膜下層, 筋層 및 外膜에서는 반응이 겨우 인정되거나 없었다(Table 2).

2.3. 胃 alkaline phosphatase의 분포

胃粘膜 上皮細胞의 유리연에서 반응이 겨우 인정되었으며 胃腺細胞는 반응이 없었으나

胃腺을 둘러싸고 있는 結合組織섬유에서는 중등도의 양성 반응을 보였다. 筋層과 漿膜層에는 반응이 겨우 인정되거나 없었다(Table 3).

2.4. 前腸 alkaline phosphatase의 분포

上皮 圓柱細胞의 유리연에 강한 양성 반응을 보였으며 杯狀細胞와 基底部에는 반응이 없었다. 固有層, 粘膜下層, 筋層 및 漿膜層에서는 반응이 겨우 인정되거나 없었으나 血管內皮에는 중등도의 양성 반응이 보였다(Table 4).

2.5. 後腸 alkaline phosphatase의 분포

表面 上皮細胞의 유리연은 강한 양성 반응을 보였으며 杯狀細胞와 上皮細胞내에는 반응이 없었다. 固有層, 粘膜下層, 筋層 및 漿膜層에서는 반응이 겨우 인정되거나 없었다(Table 5).

위의 결과를 요약하여 보면 alkaline phosphatase는 咽頭 表面 上皮에서 약한 양성 반응을 보이고, 胃粘膜 上皮細胞에서는 반응이 겨우 인정되었으며, 食道表面 上皮細胞 및 腸 上皮 圓柱細胞에서는 중등도 이상의 강한 양성 반응을 보였으며, 固有層, 粘膜下層, 筋層 및 外膜 또는 漿膜層에서는 반응이 겨우 인정되거나 없었다.

3. 뱀장어

3.1. 咽頭 alkaline phosphatase의 분포

表面 扁平 上皮細胞의 유리연과 基底細胞는 약한 양성 반응을 보였으나 杯狀細胞는 반응이 없었다. 固有層과 粘膜下層, 筋層 및 外膜에서는 반응이 겨우 인정되거나 없었다(Table 1).

3.2. 食道 alkaline phosphatase의 분포

表面 上皮細胞의 유리연은 반응이 겨우 인정되었으며 杯狀細胞는 반응이 없었으나 基底細胞는 중등도의 양성 반응을 보였다. 固有層, 粘膜下層, 筋層 및 外膜에서는 반응이 겨우 인정되거나 없었다(Table 2).

3.3. 胃 alkaline phosphatase의 분포

胃粘膜 表面上皮의 유리연은 반응이 겨우 인정되었으며, 胃腺細胞에서는 반응이 없었으나 胃腺을 둘러싸고 있는 結合組織섬유에서는 약한 양성 반응을 보였다. 筋層 및 漿膜層에서는 반응이 겨우 인정되거나 없었다(Table 3).

3.4. 前腸 alkaline phosphatase의 분포

表面上皮의 유리연에 강한 양성 반응을 보였으나 杯狀細胞는 반응이 없었다. 固有層, 粘膜下層, 筋層 및 漿膜層에서는 반응이 겨우 인정되거나 없었다(Table 4).

3.5. 後腸 alkaline phosphatase의 분포

表面上皮의 유리연은 강한 양성 반응을 보였으며 杯狀細胞는 반응이 없었다. 固有層, 粘膜下層, 筋層 및 漿膜層에서는 반응이 겨우 인정되거나 없었다(Table 5).

4. 各 消化管 alkaline phosphatase의 비교

4.1. 咽頭 alkaline phosphatase의 비교

미꾸리, 가물치 및 뱀장어의 表面 上皮細胞에서 alkaline phosphatase 活性은 모두 약한 양성 반응을 보였으며 基底細胞는 미꾸리와 가물치에서는 중등도의 양성 반응을 보였으나 뱀장어에서는 겨우 반응이 인정되었다.

4.2. 食道 alkaline phosphatase 의 비교

表面上皮細胞는 미꾸리와 가물치는 중등도의 양성반응을 보였으며 뱀장어는 반응이 겨우 인정되었다. 基底細胞의 경우, 뱀장어는 중등도의 양성반응을, 미꾸리와 가물치는 약한 양성반응을 보였다.

4.3. 胃 alkaline phosphatase 의 비교

미꾸리의 腸管膨大部 圓柱細胞는 강한 양성반응을 보였으며, 가물치와 뱀장어의 胃粘膜 圓柱細胞는 반응이 겨우 인정되었다. 胃腺細胞는 반응이 없었으나 胃腺주위의 結合組織纖維는 약 또는 중등도의 양성반응을 보였다.

4.4. 前腸 alkaline phosphatase 의 비교

上皮 圓柱細胞의 細胞質은 모두 미약한 반응을 보였으나 表面上皮의 유리연은 미꾸리의 경우 고도의 강한 양성반응을 보였으며, 가물치, 뱀장어에서도 강한 양성반응을 보였다.

4.5. 後腸 alkaline phosphatase 의 비교

表面上皮의 유리연은 미꾸리에서는 약한 양성반응을 보였으나 가물치와 뱀장어에서는 강한 양성반응을 보였다.

考 察

魚類消化管의 組織化學의 연구는 Prakash (1961)가 송어의 胃腸管에서 alkaline phosphatase 分布를 관찰한 이래 Makino (1963)는 미꾸리腸管의 alkaline phosphatase 분포에 관한 연구에서 消化吸收 기능을 갖는 前腸部와 呼吸作用을 하는 後腸部 alkaline phosphatase 의 분포를 조사하여 미꾸리 腸管에서는 alkaline phosphatase 는 腸上皮的 유리연에 특히 강한 활성을 나타낸다고 하였으며, 鈴木(1966)는 미꾸리 消化管의 alkaline phosphatase 활성분포에 관한 組織化學의 연구에서 alkaline phosphatase 는 일반적으로 前腸部 上皮에 활성이 높고 後腸部 上皮는 거의 활성이 없다고 보고하였다.

저자들의 결과를 요약하여 보면 Table 1~5에서 보는 바와 같이 咽頭 表面上皮에서는 미꾸리만이 중등도의 alkaline phosphatase 양성반응을 보였고 咽頭 基底細胞에서는 미꾸리, 가물치가 중등도의 양성반응을, 食道 表面上皮細胞에서는 미꾸리와 가물치에서 중등도의 양성반응을 보였다. 그리고 미꾸리의 腸管膨大部 表面上皮細胞와 全 試料魚類의 腸表面 上皮細胞의 유리연은 모두 강한 양성반응을 보였으나, 미꾸리의 後腸部에서는 약한 양성반응을 보였다.

Moog (1950, 1951)는 발생중의 鰓胚와 생쥐의 腸管에서 alkaline phosphatase 의 組織細胞內 증가는 그 器官의 기능에 직접적인 관계를 갖는 것이라고 하였으며 Cantarrow 와 Schepartz (1944)는 alkaline phosphatase 는 原形質의 투과성을 조정하여 腸上皮에 있어서 糖吸收 기능과 관계할 뿐 아니라 腎臟에서의 糖의 再吸收作用에도 관여할 것이라고 하였다. 한편 Danielli (1952), Novikoff *et al.* (1964), Sobel (1964) 등은 細胞代謝와 形質膜에 있어서의 여러 phosphatase 의 역할을 추구하고 이들 효소는 分子운반과 대사에 어떤 관계를 가질 것이라고 하였다.

著者들의 실험결과에서 미꾸리의 腸管膨大部, 前腸部 및 가물치, 뱀장어의 前腸部, 後腸部の 表面上皮 유리연에 강한 alkaline phosphatase 양성반응을 보이는 것은 Hinsch

와 Buxbaum(1965), Hinsch(1966)가 鷄胚의 組織化學的 研究에서 推論한 바와 같이 魚類에 있어서도 alkaline phosphatase 는 腸 表面上皮의 旺盛한 吸收기능에 어떤 의의를 갖는 것이라고 생각된다. 그리고 미꾸리, 가물치의 咽頭上皮의 基底細胞層과 미꾸리, 뱀장어의 食道上皮 基底細胞層에 alkaline phosphatase 의 비교적 강한 양성반응을 보인 것은 Hinsch 와 Buxbaum(1965)이 저명한 바와 같이 細胞分裂이 旺盛한 부위에 있어서의 alkaline phosphatase 의 局在的 평형은 蛋白質과 核蛋白合成의 가능성을 시사하는 것이라고 생각된다.

粘液分泌에 관하여는 Allenspach 와 Hamilton(1962)이 食道粘膜炎의 alkaline phosphatase 반응에 있어 腺細胞內에 특히 풍부한 것은 이 細胞가 粘液分泌에 관여하는 것이라고 보고하였다. 그러나 Hinsch 와 Buxbaum(1965)은 닭의 食道 粘液腺에서 발생기에 있어서는 alkaline phosphatase 활성이 강하게 나타나지만 충분히 분화된 粘液腺에서는 그 활성이 소실된다고 보고 하였으며, 河(1968)는 鷄胚의 胃腺에 관한 組織化學的 연구에서 胃腺細胞 周圍의 結合組織에는 alkaline phosphatase 양성반응을 보였으나, 胃腺細胞에는 반응이 없음을 관찰하였고 腺周圍의 結合조직의 alkaline phosphatase 는 粘液의 形成 및 分泌와는 관계가 없는 것이라고 하였다.

본 실험결과에서 粘液을 分泌하는 咽頭, 食道, 腸管膨大部 및 腸의 杯狀細胞와 胃液을 分泌하는 胃腺細胞등에 alkaline phosphatase 반응이 전혀 없는 것으로 보아 魚類에서도 alkaline phosphatase 는 粘液 또는 胃液의 合成이나 分泌作用에는 관여하지 않는 것으로 생각된다.

한편 咽頭呼吸과 腸呼吸에 관여하고 있는 가물치의 咽頭와 미꾸리의 後腸粘膜炎은 重層上皮이며, 그 表層에는 細胞사이에 다수의 杯狀細胞가 관찰되었고 풍부한 毛細血管이 上皮細胞사이에 출현하였으며 上皮細胞를 둘러싼 毛細血管網으로 인하여 上皮는 매우 변형되어 있었다.

조等(1970)은 닭의 呼吸氣道에서, 신(1970)은 생쥐 및 수종의 哺乳動物 呼吸氣道粘膜炎에서 alkaline phosphatase, 核酸, 酸性 粘液多糖類 및 中性 粘液多糖類의 분포를 組織化學적으로 관찰한 바 있으며 河(1972)는 鷄胚 呼吸氣道の 發生과 分化중에 일어나는 alkaline phosphatase, RNA, PAS 陽性物質 및 磷脂質의 分布와 消長을 관찰하여 alkaline phosphatase 와 呼吸作用과는 직접적인 관계가 없음을 추론한 바 있다.

본 실험에서 가물치의 咽頭와 미꾸리의 後腸의 表面上皮 유리연에서 alkaline phosphatase 가 약한 반응을 보였다는 점으로 미루어 魚類에서도 위의 다른 動物에서와 같이 alkaline phosphatase 활성과 呼吸作用과의 사이에는 관계가 없는 것으로 생각된다.

魚類의 消化管에 있어서 alkaline phosphatase 分布에 관한 보고를 종합하여 보면 胃粘膜炎에서는 alkaline phosphatase 반응이 없었으며 細胞分裂이 비교적 旺盛한 咽頭 및 食道上皮의 基底細胞와 吸收기능에 관계하는 동물의 腸粘膜炎의 유리연에서는 강하나 下層으로 갈수록 그 活性이 약하거나 소실된다는 사실은 Kabat 와 Furth(1941), Burstone(1960) 및 강(1970)등의 보고와 잘 일치된다.

摘 要

著者들은 3種의 어류를 재료로 하여 咽頭, 食道, 胃, 前腸部 및 後腸部 alkaline pho-

sphatase의 分布상태를 비교관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 미꾸리, 가물치의 咽頭上皮 細胞層에서 중등도의 alkaline phosphatase 양성 반응을, 미꾸리와 뱀장어의 食道上皮的 基底細胞層에 중등도의 양성 반응을 보였다.
2. 上記 全 魚類의 咽頭, 食道, 腸管膨大部 및 腸粘膜의 杯狀細胞와 胃腺細胞에서는 alkaline phosphatase 활성은 관찰할 수 없었다.
3. 腸管膨大部 및 腸上皮 유리연에 강한 alkaline phosphatase 양성 반응을 관찰할 수 있었으나, 미꾸리의 後腸部의 上皮유리연에서는 미약한 반응을 보였다.

參 考 文 獻

- Allenspach, A.L. and H.L. Hamilton, 1962. Histochemistry of the esophagus in the developing chick. *J. Morph.* **111** : 321~334.
- Bogart, B.L., 1968. The fine structural localization of alkaline and acid phosphatase activity in the rat submandibular gland. *J. Histochem. Cytochem.* **16** : 572~581.
- Burstone, M. S., 1960. Postcoupling, noncoupling, and fluorescence techniques for the demonstration of alkaline phosphatase. *J. Nat. Cancer Inst.* **24** : 1199~1218.
- Cantarrow, A. and B. Schepartz, 1944. Biochemistry. W. B. Saunders Co., Philadelphia and London, p. 231.
- Clark, S.L., 1961. The localization of alkaline phosphatase in tissues of mice, using the electron microscope. *Amer. J. Anat.* **109** : 57~83.
- Danielli, J. F., 1952. Structural factors in cell permeability and secretion. *Symp. Soc. Exp. Biol.* **6** : 1~16.
- Fishman, W. H., S. Green and N. I. Inglis, 1962. Organ specific behavior exhibited by rat intestine and liver alkaline phosphatase. *Biochem. Biophys. Acta* **62** : 363~375.
- Gomori, G., 1952. Microscopic Histochemistry—Principle and Practice. The University of Chicago Press, Chicago.
- Hinsch, G.W. and S.K. Buxbaum, 1965. Histochemistry of the developing chick esophagus and trachea. I. Alkaline phosphatase. *J. Morph.* **116** : 109~116.
- Hinsch, G. W., 1966. Histochemistry of the chick esophagus and trachea. II. Enzymes, nucleic acids, proteins, carbohydrates, and fats. *J. Morph.* **119** : 327~340.
- Kabat, E. A. and J. Furth, 1941. A histochemical study of the distribution of alkaline phosphatase in various normal and neoplastic tissues. *Amer. J. Path.* **17** : 303~318.
- Makino, N., 1963. Histochemical distribution of acid and alkaline phosphatase in digestive tract of the loach. *Zool. Magaz.* **72** : 99~104.
- Moog, F., 1950. The functional differentiation of the small intestine. I. The accumulation of alkaline phosphomonoesterase in the duodenum of the chick. *J. Exp. Zool.* **115** : 109~130.
- Moog, F., 1951. The functional differentiation of the small intestine. II. The differentiation of alkaline phosphomonoesterase in the duodenum of the mouse. *J. Exp. Zool.* **118** : 187~207.
- Novikoff, A. B., E. Essner, S. J. Goldfisher and M. Heus, 1964. Nucleotide phosphatase activities of cytomembranes. *Symp. Int'l. Soc. Cell Biol.* **1** : 149~192.
- Prakash, A., 1961. Distribution and differentiation of alkaline phosphatase in the gastro-

- intestinal tract of steel head trout. *J. Exp. Zool.* **146**: 237~251.
- Sobel, H.J., 1964. Phosphatase of rat thyroid and anterior pituitary glands during various phases of secretory activity. A cytochemical study. *J. Endocrinol.* **30**: 323~339.
- 강준석, 1970. 각종동물 소화관의 alkaline phosphatase 활성에 관한 조직화학적 연구. 전남의대 잡지 **7**: 469~479.
- 신영기, 1970. 호흡기도 점막의 비교조직화학적연구. 결핵 및 호흡기질환 **7**: 33~45.
- 鈴木卓朗, 1966. トジヨウ(*Misgurnus anguillicaudatus*)의 消化管における 組織學的 並びに 組織化學的 研究. 東醫誌 **24**: 279~289.
- 조운복, 박준기, 노국룡, 박해춘, 1970. 닭 호흡기도 점막의 조직화학적 연구. 부산의대잡지 **10**: 78~87.
- 조운복, 박해춘, 1972. 양서류 및 어류의 소화기관 점막에 관한 비교조직화학적연구. 부산대논문집 **13**: 383~403.
- 河在淸, 1968. 鵝胎消化管의 組織化學的 研究. 釜山大 文理大學報 **11**: 283~302.
- 河在淸, 1972. 鵝胎呼吸氣道의 組織化學的 研究. 한국동물학회지 **15**: 183~191.

EXPLANATION OF FIGURES

- Fig. 1.** Submucosa of snakehead pharynx. Alkaline phosphatase was moderate. X100.
- Fig. 2.** Submucosa of eel stomach. Alkaline phosphatase was strongly reactive. X100.
- Fig. 3.** Luminal border of snakehead esophagus. Alkaline phosphatase was strongly reactive, but goblet cells showed negative reaction. X100.
- Fig. 4.** Luminal border of loach intestinal bulb. Alkaline phosphatase was strongly reactive. X100.
- Fig. 5.** Posterior part of loach intestine. Alkaline phosphatase in the luminal border was moderate. X100.
- Fig. 6.** Anterior part of loach intestine. Alkaline phosphatase was very strongly reactive. X100.

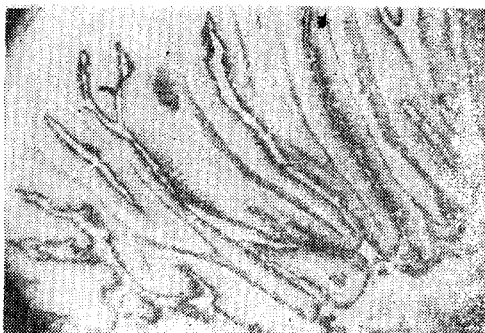
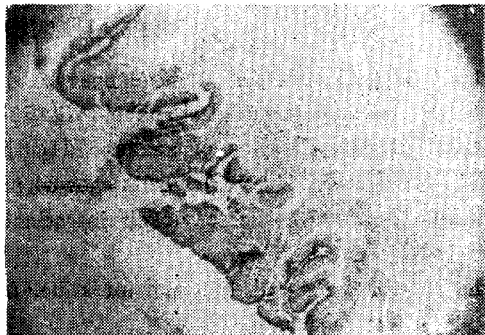
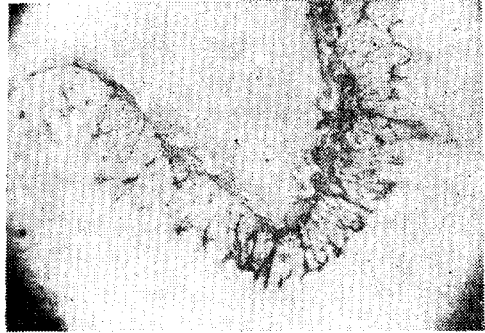


Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.