

魚類プロテアーゼに関する研究 (第2報)  
鱈胃プロテアーゼに及ぼす水素イオン濃度及び温度の影響並びに魚類の胃液の水素イオン濃度に就て\*)

藤井 實・富田 輝雄・廣高 浩二・江良 至徳

Studies on the Protease of Fishes (2).

The Influence of Hydrogen Ion Concentration and Temperature on the Proteolytic Enzymes of Sardine-stomach, and the pH of Stomach-juice of Fishes.

Minoru FUJII, Teruo TOMIDA, Koji HIROTAKA and Shitoku ERA

We obtained results as follows.

- 1) The optimum pH of the proteolytic enzyme in the stomach of sardine is about pH 7.5-8.3 and the optimum temperature is about 35 C.
- 2) The activity of this enzyme is completely destroyed by heating of 92 C for 6 minutes.

The pH of stomach-juice of fishes such as red-sea-bream, puffers, wrasses, black-porgy, common-sea-bass, rock-cod and eel is neutral or a little alkaline, (pH7-8); the intestines-juice is considerable alkaline- (pH 7.5-8.3).

魚類胃プロテアーゼに関する従来の研究報告<sup>1) 2)</sup> に依ると、その至適 pH は何れも 3 ~ 4 附近にあり、至適温度は魚種により異なるとされている。然るに著者等の実験に依れば其の作用力は酸性側に於けるよりもアルカリ側に於て著大であることを知つたので此の点に關し新鮮真鱈の内臓組織及びそのアセトン・エーテル処理粉末試料を使用して検討を行い、且其れに關連して胃液及び腸液の pH を各種生魚を使用して検討したのでその結果を報告する。

## 實 験 の 部

### 測 定 方 法

アミノ態窒素：マイクロバンスライク器を用いて測定

非蛋白態可溶性窒素：反應液を除蛋白して得た澄明溶液中の全窒素量で示す。

非アミノ態可溶性窒素：非蛋白態可溶性窒素よりアミノ態窒素を差引いたものを以て表わすものとする。尙今後使用するカゼイン液はカゼインを苛性ソーダで中和溶解し pH7 と

\* 水産講習所研究業績番号 第47号

したものである。

(1) 至適水素イオン濃度に就いて

試料として粉末試料及び新鮮胃を使用した。新鮮胃の場合例えば約 21.5g を珪砂で搗碎し水で浸出し遠心分離を行つて組織片を出来るだけ除去し浸出液約 60cc を得、その 5 cc を試料とした。結果は第 1, 2 表及び第 1, 2 圖の示す如くである。

Table 1. (Sample : Powder. 0.05g. Time and Temp. of Reactn., 65hrs. 35°C)

pH	1.4	2.4	3.4	4.0	5.4	6.0	6.8	8.0	8.3	8.8
Amino-N. (mg.)	—	0.0156	0.0550	0.0550	0.1386	0.2362	0.2403	0.2979	0.4895	0.3454
Non-amino-soluble-N. (mg.)	0.0080	0.0080	0.0534	0.0498	0.0637	0.1351	0.1400	0.1601	0.1601	0.1542
Non-protein-soluble-N. (mg.)	0.0080	0.0236	0.1089	0.1048	0.2023	0.3713	0.3803	0.4580	0.6496	0.4996

Table 2. (Sample : Extracted Juice from Fresh Sardine Stomach. Time and Temp. of Reactn., 39 hrs. 35°C)

pH	4	5	7	7.5	8.4
Amino-N. (mg.)	0.0919	0.1034	0.2125	0.2215	0.2470
Non-amino-soluble-N. (mg.)	0.0495	0.0618	0.1879	0.1971	0.1296
Non-protein-soluble-N. (mg.)	0.1414	0.1652	0.4004	0.4186	0.3766

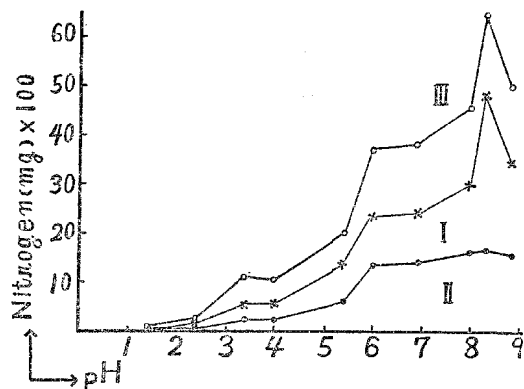


Fig. 1. Optimum pH of the proteolytic enzyme in the sardine-stomach. (powder)  
 I: Amino-nitrogen.  
 II: Non-amino-soluble-nitrogen.  
 III: Non-Protein-soluble-nitrogen.

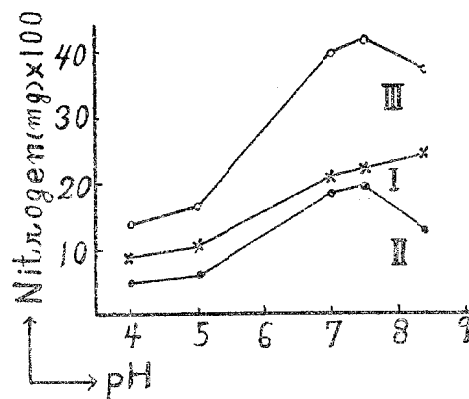


Fig. 2. Optimum pH of the proteolytic enzyme in the sardine-stomach. (fresh)  
 I: Amino-nitrogen.  
 II: Non-amino-soluble-nitrogen.  
 III: Non-protein-soluble-nitrogen.

更に比較のため新鮮な鯖の胃約 1g を珪砂で搗碎したものを試料とした結果は第 3 表及び第 3 圖の示す如くである。

魚類プロテアーゼに関する研究(3)

Table 3. (Sample: Fresh Tissue of Mackerel-stomach 1g. Time and Temp. of Reactn., 67 hrs., 35°C)

pH	1.4	2.4	3.6	4.5	5.8	6.7	7.6	8.0	8.3	8.8
Amino-N. (mg.)	0.0553	0.0604	0.0722	0.1379	0.1857	0.1953	0.2202	0.2425	0.2702	0.2094
Non-amino-soluble-N. (mg.)	—	0.0664	0.0712	0.1421	0.1279	0.1494	0.1537	0.1502	0.1226	0.0642
Non-protein-soluble-N. (mg.)	0.0553	0.1268	0.1434	0.2800	0.3136	0.3447	0.3739	0.3927	0.3928	0.2736

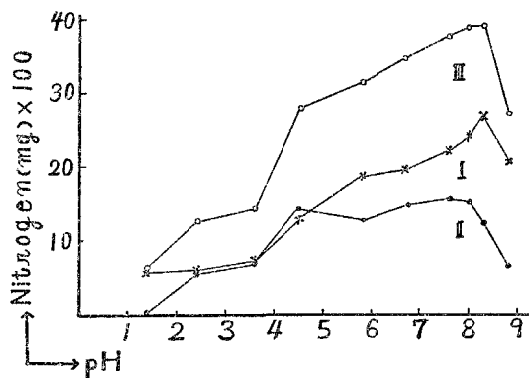


Fig. 3. Optimum pH of the proteolytic enzyme in the mackerel-stomach. (fresh)  
 I: Amino-nitrogen.  
 II: Non-amino-soluble-nitrogen.  
 III: Non-protein-soluble-nitrogen.

以上の諸表及び圖より明かな様に胃プロテアーゼに依り生成されたアミノ態窒素は鰹鯖のいづれに於ても pH 8.3 附近で最も多く非アミノ態可溶性窒素は鰹に於て pH 7.5~8.3, 鯖に於て pH 7.6~8.0 の範圍で著しく増大している。そして兩者共微酸性の pH 5~6 に於ても相當高い値を示している。又非蛋白態可溶性窒素はいづれも pH 7.5~8.3 の範圍に於て最大値を示している。従つて至適水素イオン濃度は、pH 7.5~8.3 の範圍内にある。

(2) 至適溫度及び破壊溫度に就いて

石田氏<sup>3)</sup> はブダイ, キヌベラ, クサベラ等の肝臓のアミラーゼに就き研究し, その至適溫度は作用時間に従つて値にずれがあるとしている。本實驗は何れも 3~6 時間内で行つたのであるが第 4 表の如き結果を得た。次に沸騰水中に酵素液を漬し酵素液温が 92°C に達してから 2, 4, 6 及び 8 分間置きに之を取り出し直ちに室溫に冷し常法の如くしてアミノ態窒素を測定し第 5 表を得た。

Table 4. (Sample: Powder. 0.02g. Time of Reactn. 3hrs. pH. 8.3)

Temp. (°C.)	15	20	35	40	55~60
Amino-N. (cc)	0.14	0.23	0.48	0.36	0.25

Table 5. (Sample: Powder. 0.05g. Time of Reactn. 4hrs. pH. 8.3)

Time of Heating (min.)	2	4	6	8
Amino-N. (cc)	0.11	0.10	0.07	0.07

第 4, 5 表の結果より至適溫度は 35°C 附近にある。又 92°C に 6 分間加熱すれば完全に破壊される。

## (3) 魚類の胃液のpHに就いて

Vonk<sup>3)</sup> 氏に依れば胃液は常時pH4.5~4.7の値を有し食餌により胃が充されるとpHは更に低下しpH2のときペプシンは最も良く働くと。又五味亮一、鳥巢英夫<sup>3)</sup> 氏等も多数の魚類の胃液に就き研究しいづれも酸性を呈しアカエイはpH5.6で最大、他のものは其れよりも低いpH値を有すると述べている。然るに著者等の実験に依れば胃プロテアーゼの作用は微アルカリ性に於て著しく強大であることを知つたので下記の魚種に就き胃液のpHを検討した。試料としては、死魚は生魚に比し既に生理条件を變化しているわけであるから總て生魚を使用した。即ち海中より釣り上げた生魚を直ちに解剖して東洋濾紙會社製のテストペーパーを胃壁に押し當てて呈色せしめた。比較として腸壁のpHをも検したがその成績は第6表の示す如くである。更に海水の影響を排除するため生魚を直ちに0.1N塩酸に投入し通氣を行いその死後直ちにpHを測定した所全く同一結果を得た。以上の結果より少くとも之等の魚類は胃液のpH7~8、腸液のpH7.7~8.5と云う条件の下に夫々消化機能を遂行しているものと推察することが出来る。

Table 6. The pH of Fishes-stomach-juice.

Name of Fishes	Conditions	pH	
		Stomach	Intestines
Red-sea-bream (たい)	full	7.5	8.2
	empty	7.4~7.8	8.3
Puffers (ふぐ)	full	7.5~8.0	8.2
Wrasses (べら)	full	7.6~8.2	8.3~8.4
Black-porgy (ちぬ)	full	7.4	8.1
Common-sea-bass (せいご)	full	7.4	8.4
Rock-cod (めばる)	full	7.6	8.3
Eel (うなぎ)	full	7~7.5	8.0~8.5
	empty	7.5	8.3

## 總括

- (1) 鰻胃プロテアーゼの至適水素イオン濃度はpH7.5~8.3の範囲内にある。
- (2) 該酵素の至適温度は35°C前後にあり、此の温度より高くなると急激に作用力は弱まり92°C 6分間の加熱で完全に破壊される。
- (3) たい、ふぐ、べら、ちぬ、せいご、めばる、うなぎ等の胃液のpHは7~8で腸液の夫は7.7~8.5にある。(尙此の報告の大要は昭和26年11月の農藝化學大會(九大)に於て述べた。

## 文獻

- 1) 島田 清(1935), 日. 水. 誌 4 (1).
- 2) 二戸 一磨(1935), 水. 研 31 (6).
- 3) 末広 恭雄(1951), 魚類学, 東京