

マアジの生態に関する酵素的観察*

清水 千秋 梶原 武

Enzymic Observation on the Ecology of Horse-mackerel

Trachurus japonicus (TEMMINCK et SCHLEGEL)

Chiaki SHIMIZU and Takeshi KAJIHARA

Some fish migrate from coast to the open sea with growth, and we think that the physiological, biochemical and environmental factors have great influence on this migration. We observed the digestive enzyme of horse-mackerel upon this opinion, and made clear that the enzyme activities rapidly increase in power before migration, moreover, near the end of autumn, the enzyme activities of comparatively smaller horse-mackerel of late birth increase as power as those of larger ones of early birth.

緒 言

多くの魚類は幼生時代を沿岸で過ごすが成長するに従つてその生息場所を次第に沖合に変える。このような魚類の生態的变化には生理的、環境的、生化学的等多くの関連があるように考えられる。私達はこのような考えにもとづきまず生化学的観点からマアジの消化酵素について観察した結果、消化器管の重量はほぼ体長に比例するが、lipase, amylase, proteolytic enzyme等の消化酵素はすべて体長の大小にはあまり関係なく生息場所が沖合に移る前に急速にその活性が強くなる。すなわち一応孵化の遅いものと考えられる体長の小さい魚は移動前の沿岸での短い生息期間中に酵素の活性は孵化の早いものと殆んど同程度迄急速に強くなつて次第に沖合に移動することを観察したのでこれらについて報告する。

実 験 方 法

試料は1957年佐世保湾内崎辺湾地先に設置した柵網で漁獲したマアジを主とし、外に湾内の他の部分で漁獲したマアジも多少使用した。測定には同じ時に同じ網で漁獲したマアジのほぼ同じ体長 (fork length) のもの (標準偏差 4 以下) 20 個体以上を集めその内臓を使用した。この内臓から胃の内容物、食道、心臓、腎臓、生殖巣および脂肪組織等比較的消化腺に無関係なものを除いた残りの内臓を消化器管としこれを1夜-15°Cで凍結した後等量の海砂と共に硝子製鉢でよく砕いた後5倍量の水で2時間水室中 (1°C) で抽出し15分間遠心分離 (3,500 r.p.m.) した上澄液を酵素液とした。

なお漁獲後の処理はすべて氷冷しながら行つた。

1. 消化器管の重量 上記消化器管の体長1mm当りの重量mgを各体長別に測定した。結果は Fig. 1 に示す通りである。

2. lipase 50cc 三角フラスコに3倍に稀釈した Tween 20 を 3cc とり N/20 NaOH で中和して基質とし¹⁾これに M/15 磷酸緩衝液 (pH 8.0, 最適 pH) 2cc を加えて 35°C に保ち、酵素反応が酵素力、反応時間に比例する範囲に稀釈した酵素液 1cc を加え密栓して 35°C, 30分反応させた後アルコール 5cc お

* 本研究は昭和33年4月2日東京水産大学における日本水産学会年会で講演発表した。

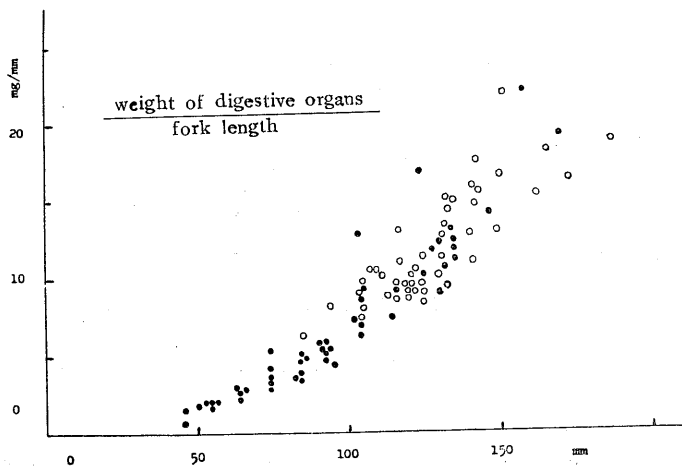


Fig. 1 The weight of digestive organs of horse-mackerel per one mm. of fork length.

● : fished in May, June, July.

○ : fished in October, November, December.

each spot are average of more than 20 bodies in same length ($4 >$ standard deviation).

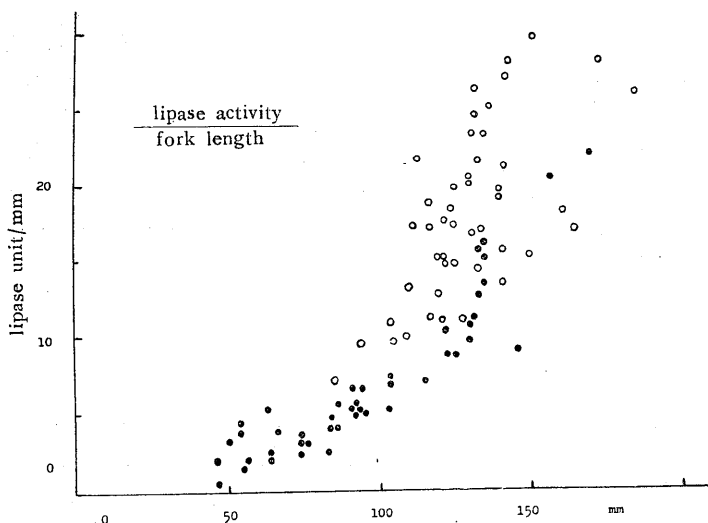


Fig. 2 The lipase activity of horse-mackerel per one mm. of fork length.

reaction conditions : pH 8.0, 35°C., 30'.

よび0.1% thymolphthalein アルコール溶液0.5cc を加え遊離した酸をN/20NaOH で滴定し、この1cc を 250 lipase unit とした。なお対照試験としてアルコールを加えた後酵素液を加えて零時間の値を測定した。

このようにしてえた値から各体長毎に体長1mm当りの lipase unit を算出しその結果を Fig.2 に示す。

3. amylase amylase は Blue value法²⁾ で測定した。即ち可溶性澱粉1g, NaCl 2g を水にとかして100cc にした基質溶液を2cc ずつ試験管にとり、これにM/15磷酸緩衝液、(pH7.0, 最適 pH) 1cc を加えた後35°C に保ち、測定値がほぼ酵素濃度に比例する範囲に稀釈した酵素液 1cc を加えまた対照試験として他の試験管に酵素液の代りに水 1cc を加え35°C, 30分反応させた後1%三塩化酢酸10cc を加えてよく混合し、蛋白質が凝固した後濾液を2倍に稀釈しその1ccを0.005%ヨード液10cc中に入れて発色させ660m μ フィルターを使用して測定した。活性度単位[DB] $_{mg}^{35^{\circ}, 30'}$ A は35°C, 30分間に Blue value (660m μ OD) を10%低下させる可溶性澱粉の mg 数で表わした。なお酵素活性度の測定に当つては各種濃度の酵素について DB を測定して作った標準曲線を補正

に使用した。

上記のようにしてえた値から lipase と同様に体長 1mm 当りの DB を算出しその結果を Fig. 3 に示す。

4. proteolytic enzyme カゼイン 5g を1N NaOH5cc, 熱湯50cc で溶解後1N HCl で中和し、M/15 磷酸緩衝液 (pH 8.0, 最適 pH) 30cc と少量の水で 100cc にした溶液を基質とし Formol 滴定法³⁾で測定

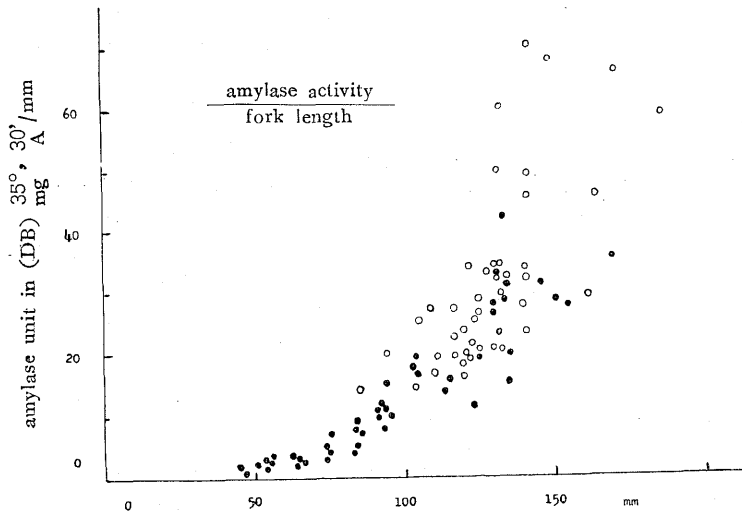


Fig. 3 The amylase activity of horse-mackerel per one mm. of fork length.

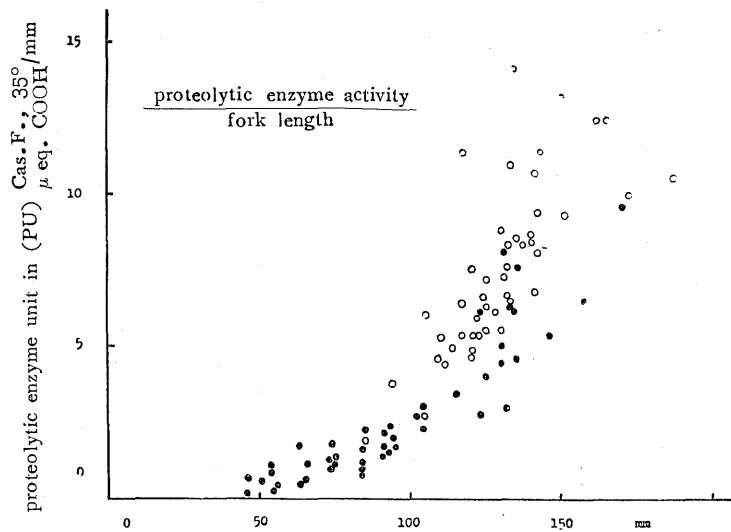


Fig. 4 The proteolytic enzyme activity of horse-mackerel per one mm. of fork length.

した。即ち 35°C に保つた 5%カゼイン溶液 5cc を 50 cc 三角フラスコにとり、酵素反応が酵素濃度にほぼ比例する範囲に稀釈した酵素液 1cc を加え密栓して 35°C、30 分反応させた後中性ホルマリン 2cc および 0.1% thymolphthalein 0.5cc を加え N/20 NaOH で CJOH を滴定し、中性ホルマリンを加えた後酵素液を加えたものを対照試験とした。なおこの場合反応初めの 1 分間に 1 マイクロ当量の COOH を生成する酵素活性を 1 単位としこれを

[PU] $\frac{\text{Cas. Form.}}{\mu \text{ eq. CJOH}}$ で表わす。酵素活性の測定に当つては amylase の場合と同様標準曲線を作つて補正に使用した。

上記のようにしてえた結果から前記同様体長 1mm 当りの PU を算出し Fig. 4 に示した。

5. 貯蔵中における酵素の不活性化 内蔵は貯蔵中および処理中に多少酵素が不活性化することが考えられるので同体長のマアジが多量漁獲された時 1°C および -15°C に貯蔵し時々 20 個体ずつとり出してその活性を測定した。実験結果は Fig. 5 に示す。

結果の考察並びに結論

多くの魚類は成長するに従つて生息場所を次第に変える。このような生態の変化は当然多くの内的要因、外的要因が関連した結果であるが私達はその一部として最も簡単に入手出来たマアジを試料にし体長を基準にして消化酵素を測定した。Fig. 5 から明らかのように試料の処理中は極力氷冷したので酵素の不活性化はほとんどなく、又 1 夜 -15°C に凍結後酵素を抽出しているので amylase も活性化されている。Fig.

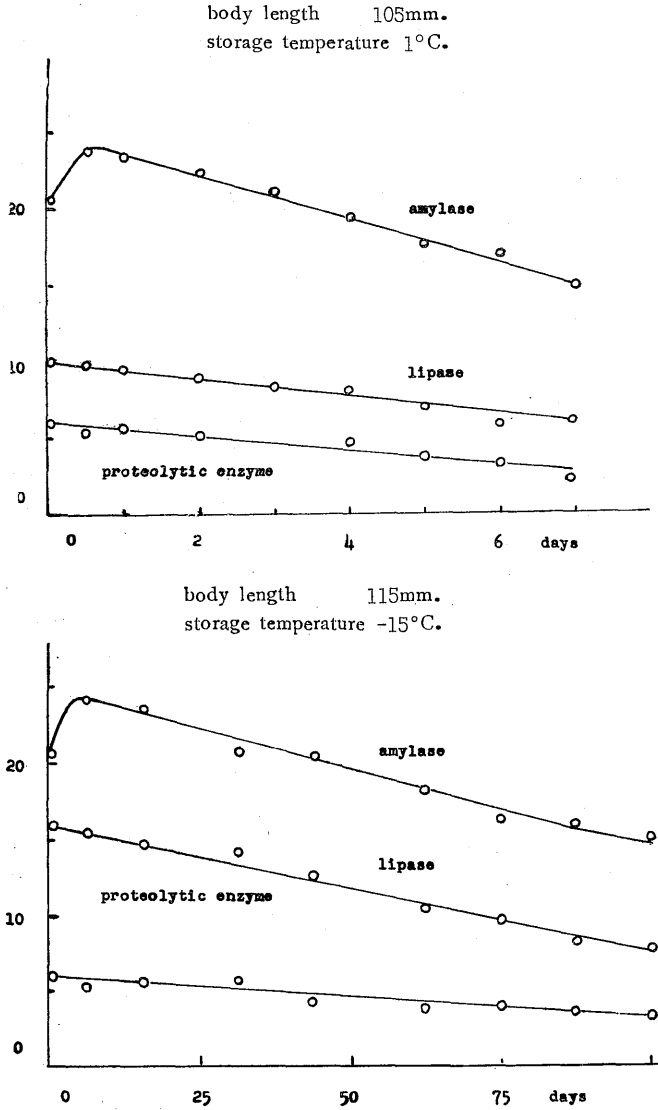


Fig. 5 The decrease of enzyme activity of horse-mackerel during storage.

り必然的に酵素の活性も強くなるものと考えられる。また胃の内容物を見ると春過ぎには大部分はカタクタイワシおよび他の魚のシラスと動物プランクトンであるが春から夏にかけて飼料の量、種類等が変化するので化学的組成も変化し、特に脂質についてこのような傾向が大きいことが想像されたが、つて lipase の活性が特に顕著に現れるものと考えられる。しかし一概にこのように断定することは困難であり、今後の研究で水温、飼料、酵素の関係および生態の異なる魚種間の差異等について明らかにしたい。

終りに臨み本研究に御指導および御校閲を戴いた福原教授ならびに試料入手に御尽力下さった飯塚昭二氏に深謝の意を表する。

文 献

- 1) 赤 堀 : 酵素研究法 第2巻, 朝倉書店, 東京, 5 (1956)
- 2) 赤 堀 : 同 上 108 (1956)
- 3) 赤 堀 : 同 上 247 (1956)

1から明らかなように体長 (fork length) 1mm当りの消化器管の重量はその漁獲時期には無関係に大体体長に比例する。しかし体長1mm当りの lipase, amylase, proteolytic enzyme の活性は Fig. 2, 3, 4 で示すように総括的に見て大体体長130mm前後から急速に増加し、その後次第に沖合に移動し150mm前後になると湾内での漁獲量は極度に少なくなる。そしてこのような体長130mm前後における酵素活性の急激な増加は5月、6月、7月に漁獲したものではありません。認められず体長の大きいものでも比較的酵素活性が弱い、10月、11月、12月に漁獲したものは酵素活性の増加が特に顕著に認められた。この傾向は lipase に特に著しくまた体長の大きいものに著しい。このような消化酵素の急激な活性化には当然色々の要因が考えられるが水温、飼料が非常に大きな外的要因をなしていると思われる。7月、8月、9月と高水温の期間を経たマアジは当然その間活発な運動を行い、新陳代謝も盛んになり