大阪湾における *Sagitta enflata* の 進入条件について

浜 田 尚 雄

(1969 年 4 月 23 日受理)

On the Hydrological Conditions for the Entrance of *Sagitta enflata* into Osaka Bay*

Takao HAMADA**

In the previous paper, the author reported the distribution of Chaetognaths in the Harima-nada and Osaka Bay, with special reference to *Sagitta enflata* in 1965. The present paper deals with the hydrological conditions for *S. enflata* that entered Osaka Bay from 1965 to 1967.

The results obtained are as follows:

1) *S. enflata* was first seen in the early part of May, at the earliest in the narrow southern part of Osaka Bay. Time of the extension of the distribution area of this species to northward in Osaka Bay was estimated to be during the period when the water temperature rised to 18~19°C.

2) As this species is euryhalic, no close correlation between the distribution density and the horizontal distribution of chlorinity at the 10 M layer was noted.

On the other hand, the densely populated area of this species fairly corresponds to the area with a transparency of above 5 M.

3) As mentioned above, even if the water temperature rised to 18~19°C, the entrance of this species seems to be late in case of low transparency, but may be fast with high transparency in Osaka Bay. It was considered that the entrance depended on the interaction between the neritic water mass and oceanic water mass in the bay at that time.

播磨灘、大阪湾に出現する Chaetognaths は、*Sagitta crassa*, *S. enflata*, *S. bedoti* (この種は A. Albaniño によつて、*S. nagae* として発表された。Naga Report 4 (2) p. 55) および *S. minima* などであるが¹⁻⁴⁾、その中、前 2 種が量的に多く出現する^{3,4)}。*S. crassa* は純内海性種としてほぼ周年採集されるが、*S. enflata* は夏から秋にかけて繁殖し、その後水温が 10°C 以下 (1 月中~下旬) になると両海域では全く採集されず死滅するものと考えられる。

前報では、亜外洋性種である *S. enflata* の瀬戸内海東部に出現する経路について、紀伊水道→大阪湾→明石海峡を経て播磨灘に達すると推論されたが、1 カ年だけの資料のため確認できなかった。その後、2 カ年 (1966, '67 年) の資料を加えて検討したところ、各年の出現時期には多少の遅速がみとめられたが、同様の経路をたどることが明らかとなつた。したがつて、本報では大阪湾に出現する時期の海況条件について、二、三考察したので、その結果について述べる。

資 料 と 方 法

1965 年 4 月~1968 年 3 月の月例海洋観測 (観測点は Fig. 1 に示される) の際、巻 B 号ネットによつ

* 本報告は昭和 44 年 2 月 15 日、日本水産学会近畿支部例会で発表した。なお、本研究費の一部は南西海区水産研究所の委託費による。兵庫県立水産試験場業績。

** 兵庫県立水産試験場 (Hyogo Pref. Fish. Exp. Stat., Akashi, Japan)

Fig. 1. Map showing the station at which observation and collection were made.

て採集されたプランクトン標本から、*S. enflata* について前報⁴⁾と同様測定と計数を行なった。

結 果

出現量の年変化 1965～'67年にわたる間の大阪湾、播磨灘における *S. enflata* の年別、月別出現量を Table 1 および Fig. 2 に示した。3カ年を通じて、9月から12月にかけては本種が繁殖する時期であるが^{3,4)}、1967年の大阪湾ではすでに8月からその時期に入っており、出現量も他の年より多量であった。播磨灘における出現期は大阪湾より1～2カ月おくれ、繁殖時期の位相もずれている。また、大阪湾中部以北へ進入する前、1965年7月、1966年の5～7月および1967年6月は、いずれも同湾南部の測点 (St. 08, 010, 011) でのみ採集されており、量的にもごく少なく、体長も9mm以上の大型*のものだけである。

Table 1. Monthly *S. enflata* catch in the Osaka Bay and Harima-nada (number in no/m³).

Month		Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.*
Sea region	Year										
1965	O	0	0	0	1.0	0.7	5.3	1.5	7.6	2.2	0.3
	H	0	0	0	0	0	1.1	13.9	13.7	11.6	1.0
1966	O	0	<0.1	<0.1	<0.1	0.2	19.8	14.5	16.4	6.1	0.4
	H	0	0	0	0	0	0.3	14.5	28.5	7.5	0.6
1967	O	0	0	0.1	1.2	10.3	89.6	85.5	14.3	7.7	1.8
	H	0	0	0	0	3.5	38.2	29.5	39.7	17.5	0.3

O: Osaka Bay, H: Harima-Nada. *: Next year.

* 成熟または完熟個体である³⁾。

Fig. 4. Seasonal changes of temperature, chlorinity and transparency in the Osaka Bay, respectively, right side are deviations of the average year.

Fig. 5. Vertical distribution of water chlorinity from St. 10 to St. 6 in Fig. 1, dotted line showed chlorinity of average year.

点の各層平均値(1958~'67年平均)を平年値とし、それを点線で示した。7月の垂直分布をみると、1965年の St. 010 は欠測しているので 18.00‰ 以上の水塊は不明であるが、ほぼ例年並の分布を示すものと思われる。1966年は、17.50‰の等塩線は 18.00‰線に接近し、それ以北の測点で上下層ともさらに低かんな水塊となり、内海系水塊が外洋系水塊の北上を阻止する型である。1967年は前年と異なり、18.00‰以上の水塊が湾中央部まで侵入している。また、8月の分布では各年とも 18.00‰以上の水塊は例年より南部の下層に偏っているが、1965、'66年の両年は、17.50‰と 18.00‰の間の各等塩線(10‰間隔の)は 18.00‰線に接近する下層で傾度が急であるが、1967年は 17.50‰線に接近する上層で傾度が急な分布を示している。したがって、1967年は7~8月を通じて、高かんな外洋系水が大阪湾に侵入していたと思われる。

さらに、前報⁴⁾で大阪湾、播磨灘における本種と透明度との関係において、透明度が 2 m 以下の海域では採集されないこと、また、透明度が 5 m 以下の海域での採集点数は、全採集点数の 15% でしかないことを指摘した。

したがって、大阪湾の水温が本種の出現に適した時期の透明度分布も主要条件と考えられる。Fig. 6 に各年の 7 月と 8 月の透明度分布を示した。各年とも、それぞれ 7 月と 8 月の透明度分布に大きな変化はみられない。1965 年は湾の南西域に 5 m 以上の海域がみられるが、1966 年のそれはごく狭い範囲である。1967 年は前 2 年よりその海域は広く、2 m 以下の海域は湾奥部のごく沿岸

Fig. 6. Seasonal distribution of transparency in the Osaka Bay. (number in M).

に減少されいる。Fig. 3 と Fig. 6 を対応させると、進入時期における本種の高密度分布域と透明度が 5 m[※]以上の海域とがよく一致していることがわかる。

考 察

夏期大阪湾に進入する *S. enflata* の補給源は、紀伊水道南部の黒潮流域と推定されているが、1967 年 1 月から 12 月の間に、紀伊水道北部の観測資料⁸⁾ から得た結果によると、1 月には大阪湾、播磨灘より採集量は少なく、1~3 月は上記海域と同様全く採集されていない。4 月になると水道東部の測点で出現しており、5~6 月にかけてやや増加し、その体長は 9 mm 以上の大型のものである。7~12 月には上記海域と同様繁殖の分布型を示すが、全測点における採集量は少ない。

Chaetognatha の移動に関して村上³⁾は、それ自身大きな移動力を有するものでなく、①水塊移動、②存在していたある海域の部分では死滅し、他の部分で増殖がつづいた場合の見掛上の移動、および③短距離の移動などを述べている。したがって、大阪湾への進入については、②および③の条件も当然考えられるが、主として①の水塊移動が至当と思われる。すなわち、友ヶ島を境として大阪湾水塊と紀伊水道水塊の水温が連続性をもつ時期は、早い年で 6 月中旬、遅い年では 7 月上旬^{5~8)}である。これは FOWLER⁹⁾ が示した毛顎類の種類と水温との関係の中、本種の棲息水温 (16~32°C) の下限とほぼ一致する時期である。

一方、塩素量と透明度は普通両水塊で連続性をみとめ難いが、紀伊水道東部を北上する黒潮分枝流が強勢であるときは、低温、低かんな大阪湾水塊は北東部に縮少し、高温、高かんな外洋系水塊の先端が大阪湾に潜入し、高透明度域の拡大することが、Fig. 5, 6 によつても明らかである。このことは、本種の大阪湾への進入は、紀伊水道水塊そのものの大阪湾への進入と解釈され、その時期における同水塊の生物指標の例証といえる。

S. enflata と他の生物との関係は十分明らかでない。しかし、1965~'67 年の本種の進入時期や出現量を比較するとき、1967 年が最も早く、かつ多量であつたことと、8 月から 10 月にかけて大阪湾の湾奥域まで高温高かんとなり、外洋性回游魚 (ソウダガツオ: *Auxis thazard*, マガツオ: *Katsuwonus vagans*, シイラ: *Coryphaena hippurus*, タチウオ *Trichurus japonicus* など) の来遊が顕著であつたことは留意すべきことであろう。村上³⁾は瀬戸内海における本種の存在量とカタクタイワシ (*Engraulis japonicus*) 漁況の年変化に高い逆相関のあることを指摘している。この両者の相関は単に現象としてとらえたもので、その機構については論議しないが、その実用的価値をみとめている。

いずれにしても、外海から内海にかけて増減と移動を示す本種の生態が、季節的な水塊変動と密接な関係にあることは明らかである。

要 約

1. *S. enflata* の大阪湾における出現は、早い年で 5 月上旬に同湾南部のごく狭域にみとめられるが、湾奥域への進入時水温は、18~19°C (10 m 層) に達するころと推定される。

2. 進入時水温以外の水理環境として、塩素量は、本種が広塩分性種であるため、その水平分布とは特に密接な関係はみとめられない。しかし、透明度とはその 5 m 以上の分布域と本種の高密分布域とはよく一致する。

3. 大阪湾への *S. enflata* の進入は、夏期水温上昇期であるが、上述の水温に達しても、透明度の低い年はおそく、高い年には早くなる傾向がみとめられる。これは、同湾における内湾性水塊 (低温、低かん、低透明度) と外洋性水塊 (高温、高かん、高透明度) の均衡如何によるものと思われる。

終わりにのぞみ、種々御助言を下され、本稿の御校閲をたまわつた南西海区水産研究所村上彰男博士に厚く御礼申し上げる。また、本報の発表の機会を与えられた井沢康夫場長、菅原英一漁業課長、並びに観測に従事された調査船白鳥丸乗員御一同に深謝の意を表する。

Fig. 2. Seasonal changes in number of *S. enflata* each year.
— Harima-nada, --- Osaka Bay.

Fig. 3. Seasonal distribution of *S. enflata* (dotted part) in the Osaka Bay.

進入前後の分布型 *S. enflata* が大阪湾に進入する前後の分布を Fig. 3 に示した。各年とも同湾中部以北へ分布域を伸長する前は、上に述べたように南部の狭域にわずかに分布しているが、進入の時期、分布型は異っている。

1965 年は、7 月に南部に現われ、8 月に中部から北東部へと分布域を伸長しているが、湾奥部には達していない。1966 年は他の年より早く、5 月から南部に現われているが、7 月までその分布域にほとんど変化なく、8 月になつて淡路島東岸沿いに北上している。しかし量的にはごく少ない。さらに 1967 年の 6 月の分布は前年とほぼ同様であるが、7 月にはすでに湾中央域に達し、8 月になるとほとんど全域に分布し、すでに繁殖の分布型*を示すとともに播磨灘へも達している。

進入前後の海洋条件 大阪湾に出現する *S. enflata* の補給源は紀伊水道南部と推定されるが³⁾、大阪湾の中部以北へ進入する時期は、Fig. 3 から、年によつて遅速のあることがみとめられた。この遅速は、一般にその時期の海洋条件に支配されると考えられるので、各年の水温、塩素量(各 10 m 層)および透明度について、季節的な変化に検討を加えた。

Fig. 4 の左側には、各年月別の平均値を、右側には平年値(1954~'61 年平均)との偏差をそれぞれ示した。

水温では、1967 年が平年より高目に推移したが、1965 年および 1966 年は逆に低目である。また、塩素量は各年とも平年より低目に推移し、特に 1966 年は 7 月の低かんが目立っている。透明度は 1965 年と 1967 年の両年は平年値と大差ないが、1966 年の 5 月以降は低透明度に推移したことと、1967 年の 8 月に急に高透明度に変化したのが目立っている。Fig. 3 と Fig. 4 から、湾奥部への進入時水温は、18~19°C (例年 6 月下旬)に達したところと思われる。また、本種は亜外洋性種であるが、広塩分性種^{3,4)}であるため、Fig. 4 に示すような塩素量の水平分布平均値の差によつて進入時期の遅速や分布型との関係は明らかにし得ない。そこで、進入時(7, 8 月)の塩素量垂直分布を、St. 010-08-07-06 の各測点について示すと、Fig. 5 のようになる。なお、各測

* 採集個体の体長組成が幼体と成体に二分される。

文 献

- 1) 時岡 隆: 海と空, **19**, 152~160 (1939).
- 2) 門 洋一: 動雑, **62**, 337~342 (1953).
- 3) 村上彰男: 内水研報告, **12**, 8~151 (1960).
- 4) 浜田尚雄: 本誌, **33**, 98~103 (1967).
- 5) 兵庫水試: 事業報告, 63~86 (1964).
- 6) 兵庫水試: 同上, 77~99 (1965).
- 7) 兵庫水試: 観測資料 (1966).
- 8) 兵庫水試: 観測資料 (1967).
- 9) FOWLER, G. H.: 浮游生物分類学, 小久保清治著, 恒星社厚生閣, 122~124 (1959).
- 10) 兵庫水試: 南西海区会議資料, 1~3 (1967).