イ カ ナ ゴ Ammodytes personatus の
生 態 に 就 て* (第1報)

(昭和 24 年 5 月 2 日受理)

井 上 明

(水 産 試 験 場)

An Ecological Note on the Sand-eel, *Ammodytes*
personatus (Girard).

A. INOUE

SYNOPSIS

Ammodytes personatus, "Ikanago", is a commercially important Sand-eel found abundantly along the coast of Osaka Bay.

In the present paper the author has dealt with Sand-eel with regard to its habits, breeding season, development, growth and migration.

大阪湾産重要魚類の一であるイカナゴ *Ammodytes personatus* (Girard) の生態に関して、昭和 22 年 12 月より 昭和 23 年 5 月末まで、兵庫縣洲本市に於て蒐集した材料に依り其の産卵期、発生過程、成長度並に洄游等に就き知れるところを報告する。

洲本市附近に於ける本漁期は 12~6 月で、使用する漁具は地曳網及込瀬網（待網又は道楽網）が挙げられ、前者は全漁期、後者は 3~4 月に使用される。魚体調査は、之等漁具に依り漁獲されたイカナゴの漁獲後 1~2 時間を経過した漁獲物中より、任意の個所から採集したものに就て行ひ、体高、体長（吻端より尾鰭下辺基部）及体重等を測定した。発生経過の観察は、昭和 22 年 12 月 16 日に水揚げされた漁獲物中より、熟卵、熟精を持つ魚体を選択し、時計皿で人工受精した卵を 5 立容硝子鉢に收容して、毎日 8, 12, 16 時の 3 回換水し室温に放置して、発生過程を調査した。尙電力事情の逼迫に依り、恒温槽を使用出来なかつた事を附記する。

〔1〕 産卵期及孕卵数

昭和 22 年 12 月 14 日に蒐集せる資料（第 1 表）32 尾中の 7 尾は已に産卵を終つて居り、残りの 25 尾は夫々熟卵、熟精を持つて居た。續て 12 月 19 日のイカナゴは、全部放卵して居たが 12 月 27 日に漁獲されたイカナゴは、一部に孕卵せるものを認めた。尙 12 月 19, 27 日のイカナゴは漁獲僅少の爲、入手出来なかつた。本資料から該魚の産卵期を速断することは出来ないが、魚体調査資料より推定すれば、12 月下旬を盛期とする 1 ヶ月間である。

孕卵数は各魚体について、全卵巣を摘出して目算で 8 等分し、其の内の一部に就て計算し得た数値を 8 倍して孕卵数を求めた。（第 1 表第 1 図）第 1 図に示す如く体長と孕卵数との関係は、略直線的傾向を呈する様であるが、統計資料に乏しいので断定出来ない。体長に依り 7.0~8.5 cm 8.5~10.0 cm の

Pl. I

Plate I. イカナゴの卵内発生

1. 産卵直後の未受精卵	20 分	胚盤が隆起する	8. 人工受精後	18 時間	Morula stage
2. 人工受精後	2 時間	第1分裂	9.	22 時間	Blastula stage
3.	4 時間	第2分裂	10.	43 時間	Blastoderm は卵黄の 7~8 割を被ふ
4.	6 時間	第4分裂	11.	54 時間	Embryo 明瞭となる
5.	10 時間	Morula stage	12.	69 時間	Embryo 明瞭となる
6.	14 時間	Morula stage			

Table 1.

Body Length	Body Height	Body Weight	Weight of Eggs	Number of Eggs laying
7.90 cm	0.64 cm	1.40 gr	0.20 gr	1627
8.60	0.60	1.75	0.27	♂
8.00	0.61	1.32	0.15	1304
8.85	0.70	2.13	0.37	4772
8.18	0.74	1.94	0.46	♂
8.40	0.66	1.69	0.33	♂
8.15	0.68	1.51	0.22	♂
8.00	0.60	1.36	—	—
7.76	0.60	1.31	0.23	2661
8.25	0.61	1.45	0.13	1492
7.46	0.55	1.12	—	—
8.01	0.60	1.49	—	—
7.38	0.60	1.20	0.18	1456
8.99	0.78	2.50	0.54	6102
8.89	0.76	2.54	0.52	7360
8.10	0.67	1.85	0.44	3761
8.95	0.79	2.49	0.55	6848
8.20	0.76	2.06	0.50	♂
9.31	0.78	2.53	0.46	5376
8.92	0.79	2.49	0.55	6976
8.80	0.79	2.37	0.69	♂
8.35	0.70	1.92	0.40	♂
8.94	0.74	2.36	0.50	4704
7.95	0.69	1.75	0.43	♂
9.00	0.80	2.42	0.60	♂
8.40	0.76	2.28	0.52	6328
7.56	0.60	1.26	—	—
7.55	0.55	1.20	0.08	1024
7.07	0.52	1.02	—	—
7.60	0.56	1.27	0.17	1856
7.70	0.57	1.12	—	—
7.48	0.51	1.05	—	—

Fig. 1

二群に分けて、各群の孕卵数の算術平均を求めると、夫々2389粒、6019粒となる。

〔2〕 卵の性状及発生

卵の性状及発生に関して、已に兵庫縣水産試験場々報に簡単な記載はあるが、多少詳細に報告する。イカナゴの未熟卵は緑黄色、熟卵は黄色で形状は $Ca\ 0.6\sim0.7\ m.m.$ の球状をなし、径約 $1m.m.$ の卵殻膜を被る。熟卵は半透明で、中央部に油球が1~2個あり、排卵すると第三次卵膜に依るものと思はれるが、直ちに器底に密着する。精液は乳白色で多少粘着性を呈するが、海水中に放出すれば白濁分散する。

発生実験は、昭和22年12月16日人工受精した卵の発生過程を実験室に於て観察した。人工受精に使用する親魚の選択は、魚体の腹部を軽く圧迫する程度で排卵放精するものを使用した。先づ雌魚の熟卵を時計皿に排卵收容し、直ちに精液を混合して受精せしめ、海水を盛れる5立容硝子鉢に入れる。一容器の收容

Pl. II

Plate II イカナゴの卵内発生

13.	人工受精後 75 時間	Embryo 明瞭となる	18.	人工受精後 131 時間	Myotome 現る
14.	75 時間	Embryo 明瞭となる	19.	155 時間	頭部は卵黄より離れ、消化管現る
15.	100 時間	Kupffer's vesicle 明瞭となる	20.	212 時間	Heart を認む
16.	100 時間	Optic vesicle 明瞭となる	21.	212 時間	Olfactory organ 現る
17.	117 時間	尾部伸長を始め Statocyst 現る	22.	217 時間	体各部に黒色素現る
			23.	228 時間	孵化当時

卵数は約 2000 粒で、収容後の卵は沈降して器底に固着し、換水の爲の動揺では剝離しない。冬期室温に放置した場合、海水の温度は気温に著しく影響を受け、1 日 3 回換水せるも日中水温は上昇し、夜間は急激に下降する爲、昭和 22 年 12 月 16 日より昭和 23 年 1 月 20 日までの水温変化は $2.0 \sim 14.8^{\circ}\text{C}$ で、此の期間に於ける沿岸水温の変化 $8.2 \sim 10.4^{\circ}\text{C}$ に比較して、高低の差が著しいので、本実験に依る発生経過は自然発生とはかなり相違すると思はれる。

A. 卵内発生

(1) 受精後約 20 分経過した卵は、未受精卵と異り、原形質は Animal pole に塊り、卵黄の上に胚盤が隆起して饅頭状を呈する。(Pl. I. 2) 受精後 2 時間で第 1 分裂が起り続いて 4 時間後に第 2 分裂が起る。(Pl. I. 3, 4.)

(2) 其の後分裂は速かに進み、受精後 10 時間にして morula stage に達する。(Pl. I. 6, 7, 8.) 22 時間にして blastula stage になり、blastoderm は卵黄の 3 割位まで蔽ふ。(Pl. I. 9.)

(3) 43 時間位になると blastoderm は、卵黄の 7~8 割を被ひ、其の周囲は隆起を示すが、此の頃既に embryo は明瞭となつて来る。(Pl. I. 10, 11, 12, Pl. II. 13, 14) 100 時間すると Kupffer's vesicle 明瞭となり、(Pl. II. 15) optic vesicle の形成が明瞭となつて来る。(Pl. II. 16)

(4) 受精後 117~131 時間になると、尾端は卵黄を離れて伸長を始め、myotome 及耳石が見られる様になる。(Pl. II. 17, 18)

(5) 155 時間経過すると体後半著しく伸長し、頭部も発達して卵黄より離れ、眼球も取入れられ消化管も見られる。(Pl. II. 19) 212 時間には 卵黄を相当縮少し、心臓の鼓動が認められ、olfactory organ が現れて来る。眼は黒色々素を増し、脳も又明かになる。(Pl. II. 20, 21)

(6) 217 時間で消化管の後方に urinary canal も認められ、体各部に黒色々素が現れる。眼には著しく黒色々素沈澱し、肉眼でも銀黒色に光つて見える。(Pl. II. 22)

(7) 228 時間前後で孵化が始まつた。(Pl. II. 23) しかしながら早く孵化したものと遅く孵化するものとの時間的差は非常に大きかつた。

B. 仔魚期 (Larval stage)

孵化した当時の仔魚(受精後 266 時間)の体全長は、4mm. 前後で卵黄は前後にやゝ長く略球状をなし、油球 1 個を有す。腸管は伸びて、体全長の 1/2 より僅か後方に於て肛門に開口する。黒色々素は眼球に最も著しく、次いで腸背面及び卵黄外部、頭部に著しい。仔魚腹鰭は、肛門後方に於て最も高く後方に至るに従ひ低く、後端は丸く終る。(Pl. III. 24, 25) 卵黄は孵化後 2~3 日で吸収され、卵黄の残部が僅少となるに伴ひ腸は漸時大となり、肝臓又明瞭となるが、魚体の外形には何等変化を認めない。孵化した仔魚は容器の中層に止るか、又は器底に静止する。(Pl. III. 26, 27)

C. 後期仔魚期 (Post larval stage)

孵化後 28 日経過した仔魚 (Pl. III. 28) は、体全長に於ては変化なく、又体の各部にも大なる変化は無いが、胸鰭が明瞭となる。

D. 稚魚期 (Young stage)

実験室に於ける観察は、受精後 900 時間(孵化後 28 日)で打切つたが、地曳網に依つて採集した稚魚に就て其の形状を述べる。昭和 23 年 2 月 13 日に採集した稚魚 32 尾は、体長 $1.09 \sim 1.80 \text{ cm}$. 体重 $0.005 \sim 0.025 \text{ gr}$ 体高 $0.1 \sim 0.16 \text{ cm}$. で黒色々素は魚体背面、腹部及頭部に著しく、吻端は成魚程には突出せず、体色は白色である。背鰭、尾鰭、臀鰭及び胸鰭は成魚と同じ形状に发育する。昭和 23 年 2 月 15, 22 日の各資料と同様で、本稚魚期は 2 月下旬まで及ぶものと思はれる。(Pl. IV. 29)

E. 後稚魚期 (Post young stage)

Plate III. IV. イカナゴ仔魚期→稚魚

24. 卵 2 日 全長 4 m.m.
 25. 孵化後 4 日
 26. 孵化後 4 日
 27. 孵化後 5 日

28. 孵化後 28 日 後期仔魚期 全長 45m.m.
 29. 稚魚期 全長 0.5 cm.
 30. 後稚魚期

Table 2.

Date	Numbers investigated	Average Body Length	Average Body Height	Average Body Weight	Notes	Date	Numbers investigated	Average Body Length	Average Body Height	Average Body Weight	Notes
22.12.14	32				スルセ	23.4.22	50	5.89	0.52	0.85	
23.2.7	60	10.31	0.89	4.89	フルセ	4.26	60	7.45	0.67	1.78	
2.13	32	1.54	0.13	0.01		4.27	50	7.17	0.65	1.56	
2.15	15	1.66	0.12	0.01		4.30	50	7.31	0.64	1.65	
2.22	47	1.69	0.15	0.01		5.4	50	7.30	0.66	1.63	大形
3.5	8	11.47	1.02	6.16	フルセ	5.4	50	5.95	0.52	0.85	小形
3.10	50	2.90	0.24	0.05		5.5	50	7.07	0.61	1.39	大形
3.15	50	3.97	0.24	0.22		5.5	50	5.34	0.48	0.58	小形
3.23	40	3.80	0.31	0.22		5.5	400	5.83	—	—	体長組成
3.24	50	4.35	0.36	0.30		5.10	50	6.50	0.59	1.15	大形
3.26	50	5.13	0.44	0.58		5.10	50	5.55	0.51	0.72	小形
3.29	47	4.32	0.40	0.30		5.10	200	5.98	—	—	体長組成
4.1	50	4.80	0.42	0.41		5.13	50	6.69	0.61	1.25	
4.5	50	5.05	0.45	0.49		5.15	50	6.62	0.69	1.14	
4.7	50	5.35	0.49	0.58		5.17	50	6.72	0.61	1.26	
4.9	50	5.23	0.45	0.56		5.20	50	6.95	0.63	1.54	
4.14	50	5.88	0.52	0.78		5.24	50	6.84	0.65	1.41	
4.16	50	5.35	0.47	0.58							
4.19	40	6.31	0.56	1.09		Total	2181	尾			

昭和 23 年 3 月 10 日以降のイカナゴは、(Pl. IV. 30) 親魚と全く同様な形態を具へ、体色は背部黄褐色、腹部白色で、背鰭 52 軟條、臀鰭 30 軟條、体鰭 154 が算へられる。

〔3〕成長度

昭和 22 年 12 月より昭和 23 年 5 月までの各調査日に於ける測定数及び体長、体高、体重の平均値を第 2 表に示す。

Fig. 2.

Fig. 3.

註 第 2.3 図の中 125 日 (5.4) 126 日 (5.5) 131 日 (5.10) は第 2 表の大形魚を採録した。

イカナゴの孵化を 1 月 1 日と仮定し、第 2 表より当才魚の体長及体重に就て成長度を求めると、(第 2.3 図) 孵化後約 4 ヶ月までは体長、体重共に孵化後の経過日数に比例するが、それ以後は成長が見られない。之等当才魚の各調査日に於ける体長組成を示すと、第 3 表の如くである。

孵化後 120 日経過した魚体と、それ以後の終漁期までの魚体との変化の少い事実は、産卵期の遅速に依るもので、従つて前述の如く、産卵期は約 1 ヶ月に亘るものと想像される。即ち体長 7 cm. 体重 1.5 gr 以上に成長したイカナゴは、海底の砂中に潜入し、夏眠状態になるものと思はれる。此の現象は漁獲高の上に明かに影響を示し、各年共イカナゴ漁獲高は 2.3 月と漸増して、4 月には最高を示すが 5.6 月と次第に減少する。

第 2.3 図より、体長 L 及び体重 W と孵化後の経過日数 D との関係を求むれば、次式の如くである。

$$L = 0.6921 + 0.000457 D^2$$

Table 3.

Body Length		0.5-1.0		1.0-1.5		1.5-2.0		2.0-2.5		2.5-3.0		3.0-3.5		3.5-4.0		4.0-4.5		4.5-5.0		5.0-5.5		5.5-6.0		6.0-6.5		6.5-7.0		7.0-8.0		7.5-8.0		8.0-8.5	
Date		No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
2	13			15	47	17	53																										
2	15			4	26.6	11	73.4																										
2	22	1	2.1	11	23.4	29	61.7	4	8.5	2	4.3																						
3	10					2	4	7	14	22	44	14	28	5	10																		
3	15							1	2	4	8	7	14	13	26	18	36	5	10	2	4												
3	23									4	10	9	22.5	16	40	7	17.5	2	5	1	2.5			1	2.5								
3	24												10	20	25	50	11	22	3	6	1	2											
3	26															7	14	16	32	14	28	11	22	2	4								
3	29											4	8.5	11	23.4	15	31.9	14	29.8	3	6.4												
4	1													2	4	5	10	31	62	11	22	1	2										
4	5															7	14	17	34	17	34	8	16	1	2								
4	7															1	2	11	22	22	44	13	26	1	2	1	2	1	2				
4	9															3	6	19	38	14	28	8	16	4	8	1	2	1	2				
4	14																		9	18	28	56	7	14	3	6	3	6					
4	16																	16	32	20	40	6	12	6	12	2	4						
4	19																		4	10	9	22.5	8	20	17	42.5	2	5					
4	22																	1	2	12	24	21	42	7	14	6	12	3	6				
4	26																				1	1.7			8	13.3	22	36.7	24	40	6	8.3	
4	27																				1	2			15	30	29	58	4	8	1	2	
4	30																								8	16	32	64	10	20			
5	4																			2	2	30	30	17	17	12	12	28	28	9	9	2	2
5	5																	9	2.3	128	32	150	37.5	46	11.5	44	11	16	4	7	1.8		
5	10																	4	2	48	24	60	30	50	25	27	13.5	9	4.5	1	0.5	1	0.5
5	13																				1	2	14	28	26	52	9	18					
5	15																			1	2			22	44	20	40	4	8	3	6		
5	17																							13	26	29	58	7	14	1	2		
5	20																								34	68	14	28	2	4			
5	24																								2	4	36	72	12	24			

註 第3表の中5月5日及5月10日は第2表備考の〔体長組成〕を記載した。

Fig. 4.

Fig. 5.

$$W = 0.0000000001976D^{5.238}$$

[4] 体長及体重と年齢との関係

全測定魚体を体長 0.5 cm 宛に区分して、其の各区分中に組分けされた魚体の平均体重を求めると、第 4 図に示す如く調査魚体は、3 つの階級に組分けされる。尙各区分毎に含まれる魚体

Table 4.

Body Length	Number	Body Length	Number	Body Length	Number
0.5~1.0 cm	1	5.0~5.5 cm	198	9.5~10.0 cm	10
1.0~1.5	30	5.5~6.0	172	10.0~10.5	16
1.5~2.0	59	6.0~6.5	141	10.5~11.0	17
2.0~2.5	13	6.5~7.0	249	11.0~11.5	4
2.5~3.0	30	7.0~7.5	197	11.5~12.0	4
3.0~3.5	32	7.5~8.0	72	12.0~12.5	2
3.5~4.0	59	8.0~8.5	19	12.5~13.0	1
4.0~4.5	87	8.5~9.0	13	13.0~13.5	3
4.5~5.0	146	9.0~9.5	6		

数は第 4 表に示す。

昭和 22 年 12 月 14 日測定イカナゴ 32 尾の体長組成と、昭和 23 年 2 月 7 日測定イカナゴ 60 尾との関係を求めれば、第 5 図の如く、当才魚と 2 才魚の約 2 ヶ月間に於ける体長組成の変化は、第 4 図に示された変動点に合致する。然しながらイカナゴの習性より各 3 変動点は、夏眠に依る体重の変化を示すものと考えられる。11 月より産卵行為に移り、游出する 12 月までの約 2 ヶ月間に於ける体重変化を無視すれば、第 4 図に示された第 I 区は当才魚、第 II 区は 2 才魚、第 III 区は 3 才魚の体長と体重の関係を示すもので、耳石の調査結果からも、大体以上の事が認められる様である。

[5] 砂中に潜入する深度

昭和 23 年 3 月 5 日親魚 8 尾(第 2 表)を約 10 cm の厚さに砂を入れた 5 立硝子鉢に收容し、砂中に潜入する状況を観察した。使用魚体は、実験前約 1 週間流水式にして $1 \times 0.5 \text{ m}^3$ の硝子水槽に放養し、夜間の行動を観察したものの中より健康魚を選出した。之等魚体の砂中潜入深度は 3.5~5.0

cm. 9 回平均深度 4.0 cm で、砂中に潜入後は静止して、長く同一場所に停止する。潜入動作は極めて敏捷で、潜らせる魚体を硝子棒で触れると、砂外に飛び出すが直に他の場所に潜入する。

〔6〕 洄 游

本魚の洄游に就ての資料は無いが、漁獲状態、漁具使用の時期、魚体組成、砂中潜入状況等より判断すると、体長 7.0~8.0 cm までの当才魚は、潮流に依つて移動し、体長 8.0 cm 以上に成長すると砂中に潜み、殆んど洄游は行はない様である。本魚の漁獲と水温の関係は、兵庫縣水産試験場々報に依れば 5.8~21.4℃ で、相当廣い範囲の水温に適應性を示して居る。

〔7〕 摘 要

兵庫縣洲本市附近に於て、漁獲される イカナゴ *Ammodytes personatus* の産卵期、発生過程、成長度、洄游等に就て調査した。

(1) 産卵期は 12~1 月で、孕卵数は体長 7.0~8.5 cm. では 2389 粒、体長 8.5~10.0 cm では 6019 粒であつた。

(2) 熟卵は黄色で約 0.6~0.7 mm の球形で、中央部に油球 1~2 個を有し、約 1 mm の卵殻膜を被り、産出されると沈降して器底に固着する。

(3) 水温 2.0~14.8℃ に於ける発生過程は、受精後約 2 時間で第 1 分裂、4 時間で第 2 分裂、10 時間で morula stage、43 時間で embryo 明瞭となり、117~131 時間で尾端は卵黄を離れて伸長し、155 時間で魚体各部に黒色々素現はれ、228 時間で孵化する。孵化当時の仔魚体長は 4.0 mm 前後である。

(4) 当才魚の成長度は体長 L 、体重 W と孵化後の経過日数 D との間に、次の関係式が成立する。(但し水温、水質、餌料等を考慮せず)

$$L = 0.6921 + 0.000457 D^2$$

$$W = 0.0000000001976 D^{5.238}$$

(5) 魚体と年齢との関係は、1 年魚は体長 8.5 cm 体重 2.0 gr 以下、2 年魚は体長 8.5~13.0 cm 体重 2.0~7.4 gr、3 年魚は体長 13.0 cm 体重 7.4 gr、以上に大別される。

(6) 親魚の砂中潜入深度は 3.5~5.0 cm で、平均 4.0 cm であつた。

(7) 洄游は体長 8.0 cm 以下までの当才魚は、潮流に依つて移動するが、体長 8.0 cm 以上に成長すると、海底の砂中に潜入して殆んど洄游しない。

尚イカナゴの調査は、廣島縣尾道市に於いて実施中にして、後日発表する予定である。本報告を終るに当り、色々と御指示下された水産試験場、田内場長、花岡技官、島津技官並びに材料の入手に御便宜を與へられた、兵庫縣洲本市炬口漁業組合の各位に深甚の謝意を表する次第である。

文 献

1. Jordann: Japanese Fishes, Vol. 2, 1901.
2. G. u. Lindberg: On the Classification and Distribution of Sandlances Genus *Ammodytes* (Pisces).
3. 兵庫縣水産試験場々報 第 24—86 号
4. 大 島 廣: 発生学汎論
5. 石 川 昌 外 1: ウロハゼの生活史 水産学会報 Vol. 8, No. 1.