

大阪湾において8~10月に出現したウシノシタ科稚魚3種の形態と分布

大美博昭^{1†}, 佐野雅基¹, 日下部敬之¹

Morphology and distribution of juveniles of three cynoglossid fishes occurring in Osaka Bay from August to October

Hiroaki OMI^{1†}, Masaki SANO¹ and Takayuki KUSAKABE¹

大阪湾において2012–2014年の8–10月に出現したウシノシタ科稚魚について形態および分布を調査した。調査ではイヌノシタ、アカシタビラメ、ゲンコの3種が採集された。イヌノシタは背鰭、臀鰭鰭条数で他2種と識別され、鰭条数範囲が重なるアカシタビラメとゲンコは左眼と口の位置関係、有眼側の黒色素胞の分布や眼径により識別が可能であった。最小サイズは、イヌノシタで標準体長（以下、SL）9.6 mm、アカシタビラメ7.2 mmSL、ゲンコ11.0 mmSLで、アカシタビラメは他2種に比べ10 mmSL未満の割合が高く、着底サイズは3種の中で最も小さい10 mmSL未満と推定された。イヌノシタ稚魚は主に8, 9月に湾中央部の水深20–30 mに、アカシタビラメ稚魚は主に10月に湾北部の水深10–20 mに、ゲンコ稚魚は主に10月に湾全域の水深10–30 mに分布する傾向がみられ、種により分布が異なった。

キーワード：ウシノシタ科、稚魚、形態、分布、大阪湾

Morphology and distribution of juveniles of cynoglossid fishes were investigated in Osaka Bay during August–October in 2012–2014. Three cynoglossid (*Cynoglossus robustus*, *C. joyneri* and *C. interruptus*) juveniles were collected by a sledge net. *C. robustus* were distinguished from the other two species by the number of dorsal and anal fin rays. *C. joyneri* and *C. interruptus* have similar numbers of dorsal and anal fin rays, but could be distinguished by the relative position of the left eye and the mouth, the pigmentation pattern of the ocular side, and left eye diameter. From the minimum observed standard length at metamorphosis in each species, (*C. robustus* 9.6 mmSL, *C. joyneri* 7.2 mmSL, *C. interruptus* 11.0 mmSL) it was inferred that *C. joyneri* completed metamorphosis at a smaller size (<10 mmSL) than the other two species. Patterns of distribution of the three cynoglossid juveniles differed: *C. robustus* mainly at 20–30 m depth in the middle of Osaka Bay in August and September, *C. joyneri* mainly at 10–20 m depth in the northern part of Osaka Bay in October, *C. interruptus* widely distributed at 10–30 m depth in Osaka Bay mainly in October.

Key words: Cynoglossid fishes, juvenile, morphology, distribution, Osaka Bay

はじめに

大阪湾でこれまでに確認されたウシノシタ科魚類は、コウライアカシタビラメ *Cynoglossus abbreviatus*, ゲンコ *C. interruptus*, アカシタビラメ *C. joyneri*, イヌノシタ *C. robustus*, オオシタビラメ *Arelia bilineata*, クロウシノシタ *Paraplagusia japonica* の6種があり（有山ほか, 1997b; 波戸岡・花崎, 2017）、このうちコウライアカシタビラメ、

アカシタビラメ、イヌノシタの3種は底びき網や刺網において重要漁獲対象種となっている（日下部, 2011; 日下部・浅見, 2012）。農林水産統計では、ウシノシタ類の漁獲量は「ひらめ・かれい類」に含まれ、2014年の大阪府における「ひらめ・かれい類」漁獲量は257 tであった（http://www.maff.go.jp/kinki/toukei/toukeikikaku/nenpou/suisan_2015.html, 2017年1月12日）。府下の主要漁協の一つにおける2014年のウシノシタ類の漁獲量は81 tで、同じ異体類であるヒラメの2 t、マコガレイの5 t、メイタガレイの23 tを大きく上回っており（大美, 未発表）、「ひらめ・かれい類」の漁獲量中の高い割合を占めていることが推察される。

多くの海産魚類では卵から仔稚魚にかけての初期生活期に大量の減耗が発生し、資源の水準を大きく左右すると考えられており、初期生活期を対象とした様々な研究が行わ

2017年2月10日受付, 2017年8月7日受理

¹ 地方独立行政法人大阪府立環境農林水産総合研究所水産技術センター, 〒599-0311 大阪府泉南郡岬町多奈川谷川2926-1 Marine Fisheries Research Center, Research Institute of Environment, Agriculture and Fisheries, Osaka Prefecture, Misaki, Sennan, Osaka 599-0311, Japan

[†] OhmiH@o-suishi.zaqr.s.jp

れている(田中・渡邊編, 1994; 望岡ほか編, 2015)。また、ウシノシタ科魚類を含む異体類の多くは、その初期生活期において浮遊生活から海底での生活へ移行(着底)する際に、片側の眼が体の反対側へ移動するといった顕著な変態を伴うことが大きな特徴となっている(山下, 2005)。日本の海域におけるウシノシタ科魚類の初期生活期に関する研究は若狭湾や有明海で行われ、コウライアカシタビラメ、アカシタビラメ、デンベエシタビラメ *C. lighti*、クロウシノシタの浮遊期仔魚および着底以降の稚魚の形態や分布、食性について報告されている(南, 1982, 1983; Yagi et al., 2009; Kume et al., 2015)。大阪湾においてもアカシタビラメやイヌノシタの浮遊期仔魚の分布(山本, 2003)について報告があるが、着底以降の生態は明らかにされていない。イヌノシタについては人工授精による卵からの飼育で得られた稚魚の形態を記述した報告がある(弘奥ほか, 2013)ものの、天然海域においては着底以降の稚魚の分布なども含め生態に関し未解明な部分が多く残されている。また、オオシタビラメ、ゲンコは仔稚魚期の形態や生態に関しては他海域も含め明らかにされていない。オオシタビラメは無眼側にも有孔側線があることで他のウシノシタ科魚類と識別が可能となっている。一方、ゲンコ成魚は口の触鬚の有無によりクロウシノシタと、鰭条数によりイヌノシタ、コウライアカシタビラメと識別され、鰭条数では識別できないアカシタビラメとは側線の本数(アカシタビラメ: 3本, ゲンコ: 2本)により容易に識別が可能である(山田・柳下, 2013)。しかし、着底後間もない個体では側線が成魚型ではなく、識別形質として使用できない可能性がある。中でもゲンコは大阪湾における底生生物調査で個体数上位種となっており(佐野, 未発表)、稚魚も多数採集される可能性があることから、アカシタビラメ稚魚との識別を可能にするために側線以外の識別形質を検討する必要がある。

そこで、筆者らは2012–2014年の3年間、8月から10月に大阪湾で行った調査において採集したウシノシタ科魚類稚魚について、種査定のための外部形態の特徴を明らかにし、種毎の着底場所について検討を行った。

材料と方法

稚魚の採集および環境測定

調査は2012–2014年の毎年8–10月に、瀬戸内海東部に位置する大阪湾の水深約10–30 mの泥底および砂泥底域に14点の調査定点を設けて行った(Fig. 1)。

ウシノシタ科稚魚の採集には幅60 cm、高さ40 cm、目合内径2 mmのソリ付ネット(日下部ほか, 2002)を使用した(Fig. 2)。各定点では、ソリ付ネットを海中に投入し、ネットが海底に着いたのを確認した後、魚群探知機により確認した現場水深の約3倍の長さのロープを繰り出し、ロープが張った時点から船速約2 ktで1分間の曳網を行った。曳

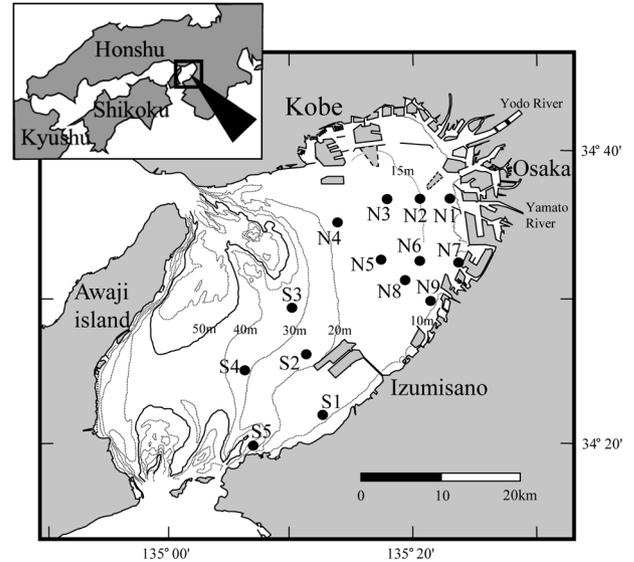


Figure 1. Location of stations where cynoglossid juveniles were collected in Osaka Bay. Solid circles (N1–N9, S1–S5) indicate the sampling stations.

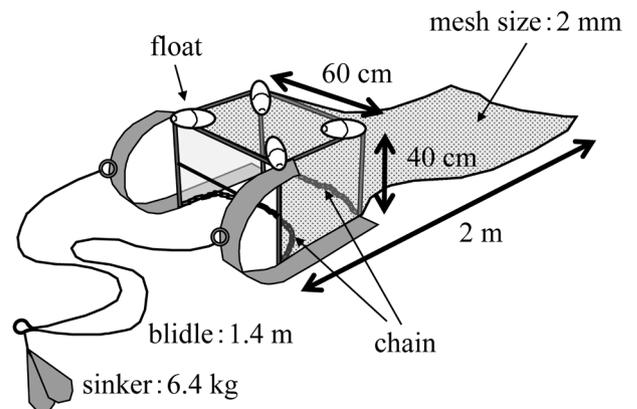


Figure 2. Specification of the sledge net used in this study.

網時にはハンディGPS(GARMIN社製, eTrex Vista HCx)により曳網開始時と曳網終了時の位置を記録し、位置データから曳網距離を算出した。曳網後は船を止めてネットを船上に引き上げ、ネットに入網したサンプルを現場で約10%の海水ホルマリンで固定した。サンプルは実験室に持ち帰って目視によりウシノシタ科稚魚を選別した。

各定点では調査時に、2014年8月以前の調査では北原式採水器により底層(海底上0.5 m)から採水を行い、水温を現場で棒状水温計により測定し、塩分をサリノメーター(鶴見精機社製, TSデジオートMODEL3-G)で、溶存酸素濃度をウインクラール–アジ化ナトリウム変法により測定した。2014年9月以降の調査ではCTD(JFEアドバンテック社製, RINKO-Profler ASTD102)を海底まで下ろし、採水

器調査と同じ海底上0.5 mにおける水温, 塩分, 溶存酸素濃度 ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$) を測定した。

稚魚の測定

稚魚の形態的特徴を検討するため, 2012年に採集したウシノシタ科魚類のうち, 標準体長 (頭部前端から尾柄末端まで, standard length 以下, SL, Munroe, 1998) 8.0–42.3 mmSL の80個体について詳細な外部形態の観察および部位ごとの測定を行った。調査時期には春季に産卵するコウライアカシタビラメ (鎌木, 1992) を除く5種のウシノシタ科魚類の稚魚が出現する可能性があることから, 標準体長を測

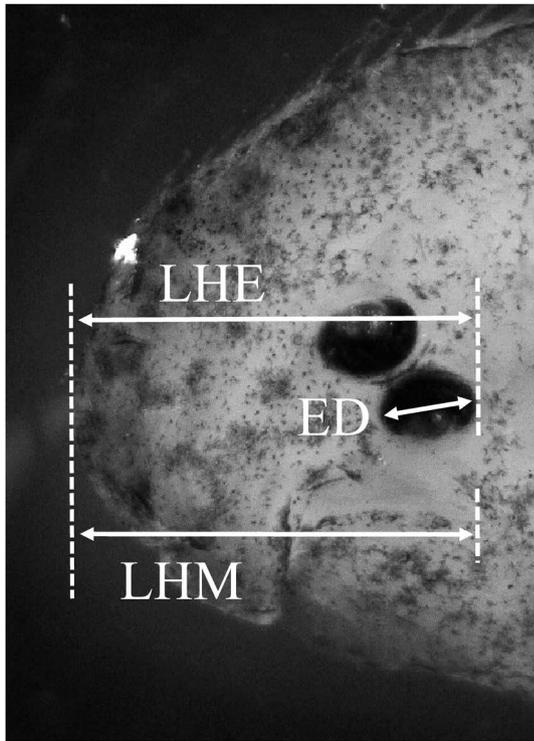


Figure 3. Measurements made on the heads of cynoglossid juveniles to distinguish between *C. joyneri* and *C. interruptus*. ED: the diameter (long axis) of the left eye, LHE: length from tip of head to posterior margin of the left eye, LHM: length from tip of head to posterior margin of the mouth.

定した後, 山田 (1993) によるゲンコ, アカシタビラメ, イヌノシタ, オオシタビラメ, クロウシノシタの成魚の分類方法, 計数形質および南 (2014) によるウシノシタ科稚魚の形態に関する記載を参考に形態観察を行った。まず, 実体顕微鏡下でクロウシノシタの特徴である口の総状物を確認し, 口の総状物が観察されなかった個体について尾鰭鰭条数の計数を行い, オオシタビラメ (尾鰭鰭条数11本以上) とそれ以外の種 (尾鰭鰭条数10本以下) の判断を行った。クロウシノシタ, オオシタビラメ以外と判断された個体について背鰭および臀鰭鰭条数の計数を行い, イヌノシタ (背鰭鰭条数120本以上かつ臀鰭鰭条数100本以上) を分類した。さらに, イヌノシタ以外であると判断された個体については, 左眼の長径 (以下, 眼径), 頭部前端から左眼後端までの長さ (length from tip of head to posterior margin of the left eye 以下, LHE), 頭部前端から口角後端までの長さ (length from tip of head to posterior margin of the mouth 以下, LHM) の測定を行い (Fig. 3), 左眼後端と口角後端との位置関係を示すため, LHE/LHMを算出した。さらに, 側線数および有眼側における黑色素胞の分布について観察を行った。なお, 測定結果の統計処理には統計解析ソフトR3.3.2 (R Core Team, 2016) を使用した。

上記の測定結果を基に, 採集したすべてのウシノシタ科魚類について種判別を行い, 標準体長を測定した。種ごとに採集個体数を計数し, 各定点における曳網距離とネット幅から100 m²当たりの個体数密度を算出した。算出の際の採集効率を1と仮定した。

結果

稚魚の形態

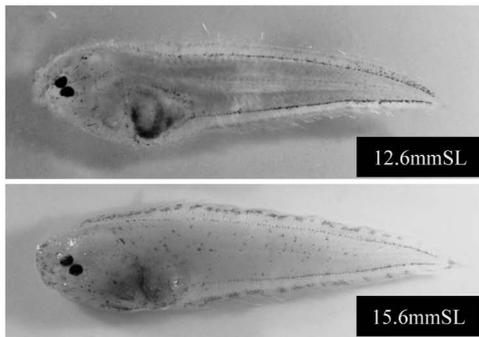
計測を行ったすべての個体で右眼の移動は完了していた。また, クロウシノシタの特徴である口の総状物はみられず, 尾鰭鰭条数はすべての個体で10本であり, オオシタビラメの計数形質に当てはまる尾鰭鰭条数11本以上の個体は確認されなかった。背鰭および臀鰭鰭条数を計数したところ, 背鰭128本以上かつ臀鰭100本以上の個体と, 背鰭115本以下かつ臀鰭89本以下の個体に分かれ, 前者をイヌノシタと同定した (Table 1)。16 mmSL未満のイヌノシ

Table 1. Morphological comparison of juveniles of three cynoglossid fishes collected in Osaka Bay in 2012.

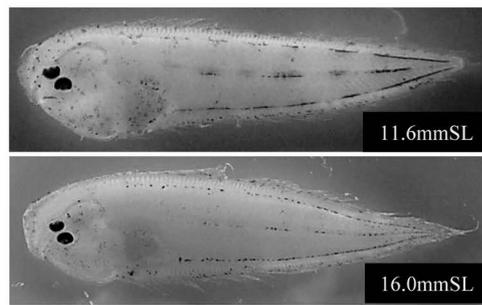
Identified Species	Examined number	Standard length (mm)	Number of rays			Number of lateral lines	LHE/LHM*	
			Caudal	Dorsal	Anal		Mean.±S.E.	Range
<i>C. robustus</i>	9	12.6–26.3	10	128–134	100–104	—	—	—
<i>C. joyneri</i>	36	8.0–43.9	10	108–115	85–89	3**	0.99±0.005	0.90–1.03
<i>C. interruptus</i>	35	11.7–42.3	10	103–111	80–88	2***	0.85±0.006	0.75–0.92

* LHE: length from tip of head to posterior margin of the left eye, LHM: length from tip of head to posterior margin of the mouth
 ** >25 mmSL; *** >30 mmSL

a. *Cynoglossus robustus*



c. *C. interruptus*



b. *C. joyneri*

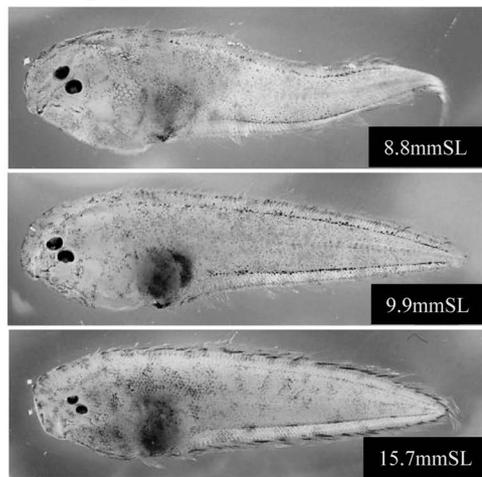


Figure 4. Photographic images of the ocular side of juveniles of three cynoglossid fishes collected in Osaka Bay in 2012.

タ稚魚の黒色素胞は有眼側体側では少なくまばらであったが、担鰭骨帯の縁辺部では密に分布していた (Fig. 4a)。一方、イヌノシタ以外と判断された個体では、LHE/LHM および有眼側の側線数により2つのグループに分かれた。一方は、LHE/LHMが0.90–1.03 (平均0.99) で口角後端が左眼後端とほぼ同じ位置にあり、かつ25 mmSL以上の個体において有眼側の側線がアカシタビラメ成魚と同じ3本観察された。なお、LHE/LHMが最小の0.90であった個体は29.4 mmSLで側線は3本観察され、この個体を除けばLHE/LHMは0.94–1.03の範囲であった。もう一方のグループは、LHE/LHMが0.75–0.92 (平均0.85) で口角後端は左眼後端よりも前に位置し、側線が3本観察される個体は無く、30 mmSL以上の個体でゲンコ成魚と同じ2本観察された。2つのグループ間ではLHE/LHMに有意差がみられた (Mann–Whitney’s *U* test, $p < 0.01$) (Table 1)。以上から、LHE/LHMが大きいグループをアカシタビラメ、小さいグループをゲンコと同定した。アカシタビラメと同定した個体 (Fig. 4b) では、16 mmSL未滿の個体で有眼側の黒色素胞が他2種と比べて体側や担鰭骨帯、膜鰭上に多く分布し

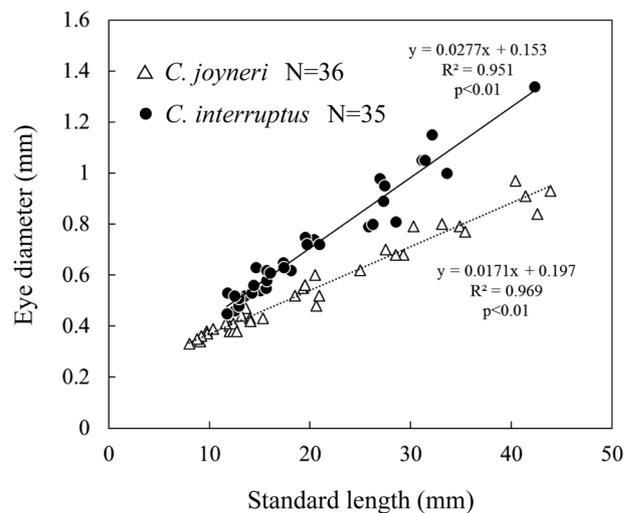


Figure 5. Relationships between standard length and eye diameter observed in juvenile *C. joyneri* and *C. interruptus* collected in Osaka Bay in 2012.

ていた。ゲンコと同定した個体 (Fig. 4c) では有眼側体側の黒色素胞は、体軸上に点列するかたまりが2~3個観察される程度でイヌノシタ同様少なく、担鰭骨縁辺の黒色素胞はイヌノシタに比べるとあまり密集せずまばらであった。この2種について標準体長 (SL) と眼径 (ED) の関係をみたところ、次の回帰式を得た (Fig. 5)。

$$\text{アカシタビラメ} : ED = 0.0171 \times SL + 0.197 \quad (1)$$

$$\text{ゲンコ} : ED = 0.0277 \times SL + 0.153 \quad (2)$$

回帰式の傾きには2種の間で有意差がみられ (F test, $p < 0.01$), 8 mmSL 以上の個体ではアカシタビラメの方がゲンコに比べ眼径は明らかに小さく、体長が大きくなるほど両種の眼径の差が大きくなる傾向がみられた。

体長組成および着底稚魚の分布

3ヶ年の調査で採集された種ごとの個体数および体長範囲はイヌノシタで26個体, 9.6–141.9 mmSL, アカシタビラメで157個体, 7.2–98.2 mmSL, ゲンコで243個体, 11.0–112.1 mmSLであった。月別の体長組成をみると、イヌノシタは20 mmSL未満の個体がすべての月で採集されたが、20 mmSL以上の個体は採集期間を通じてごくわずかししか採集されなかった。アカシタビラメは、8月、9月は20 mmSL未満の個体が主に採集され、10月には20 mmSL未満の個体に加え、それ以上の大きさの個体も多く採集された。また、採集数が最も多かった10月では、他2種に比べ10 mmSL未満の個体の割合が高かった。ゲンコは、8月の体長組成をみると30 mmSL未満の個体と40 mmSL以上の個体に大きく分かれ、前者は0歳魚、後者は1歳魚と判断

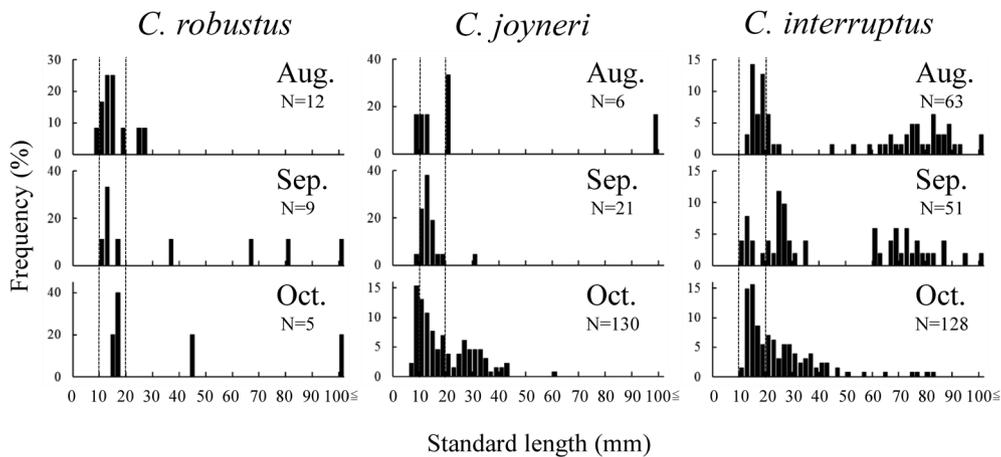


Figure 6. Comparison of monthly size distributions of juveniles of three cynoglossid fishes collected in Osaka Bay from August to October in 2012–2014. “N” indicates the number of fish measured. Vertical dotted lines mark 10 and 20 mmSL for interspecific comparison.

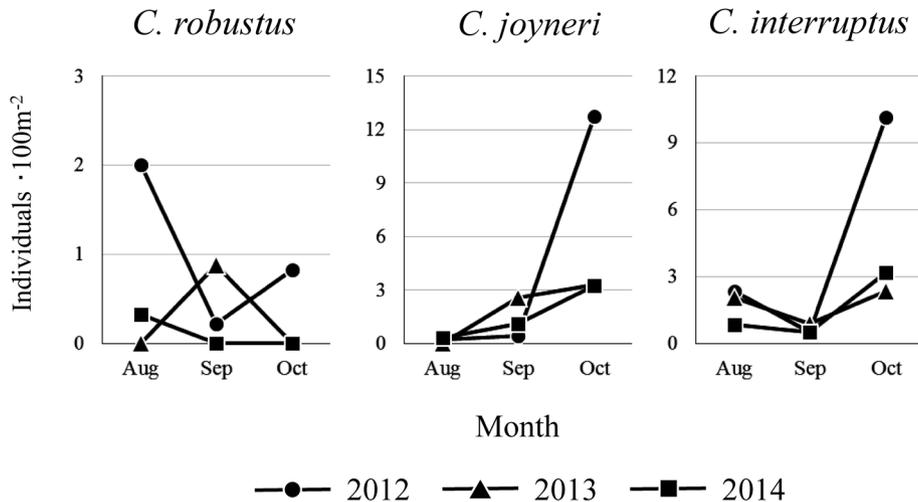


Figure 7. Variability in the density of juveniles of three cynoglossid fishes (<20 mmSL) in Osaka Bay from August to October in 2012–2014.

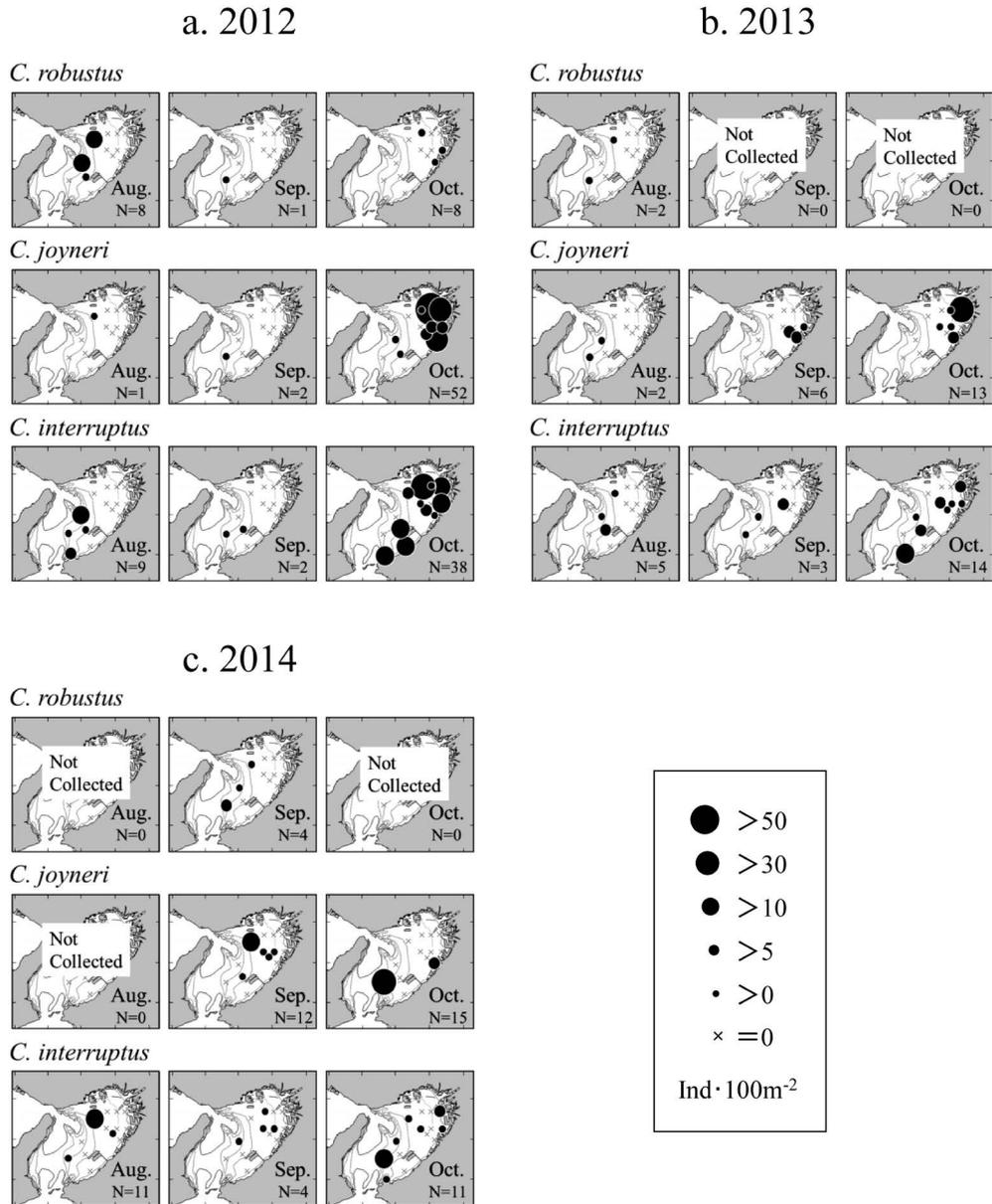


Figure 8. Monthly distribution of juveniles of three cynoglossid fishes (<20 mmSL) in Osaka Bay from August to October in 2012–2014. The density of juveniles is indicated by size of circles. “N” indicates the number of juveniles collected in monthly sampling.

された (富山, 1959). 0歳魚群は8月に20 mmSL未満の個体が主に採集され, 9月には20 mmSL未満の個体に加え20–30 mmSLの個体, 10月にはさらに30–40 mmSLの個体が採集されるようになり, 月を追うごとに体長の大きな個体が採集された (Fig. 6).

種ごとの着底時期や場所を検討するため, 3種ともにすべての月で採集された20 mmSL未満の個体を着底後間もない個体として (以下, 着底稚魚), 月別平均個体数密度をみたところ, イヌノシタでは2012, 2014年で8月, 2013年で9月が最も高かった. アカシタビラメはいずれの年も10月が最も高く, 8月から10月にかけて採集数が増加し

た. ゲンコもアカシタビラメ同様10月が最も多かったが, 8月から9月にかけて減少し, 9月から10月にかけて増加した (Fig. 7). また, 着底稚魚の月別調査点別密度をみると, イヌノシタは8, 9月に湾中央部の水深20–30 mの海域で主に採集され, 岸沿いの定点では少なかった. 一方, アカシタビラメは2014年を除き9, 10月に湾北部の岸沿いの水深10–20 mの点で多い傾向がみられ, ゲンコは湾北部から南部の水深10–30 mの広い範囲で出現した (Fig. 8).

調査時における底層の水温は3ヶ年で22.8–27.4°C, 塩分は28.3–33.5であった. 塩分については2013年の8月に湾奥に位置するN1–N3で30を下回った以外は30以上で推移

Table 2. Dissolved oxygen concentrations ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$) of bottom water observed at each sampling station in Osaka Bay from August to October in 2012–2014. Concentrations lower than $3.0\text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ are shaded.

St.	Year	2012			2013			2014		
	Month	Aug.	Sep.	Oct.	Aug.	Sep.	Oct.	Aug.	Sep.	Oct.
N1		0.6	0.0	4.4	4.8	3.7	2.9	2.8	2.6	5.6
N2		0.6	0.1	4.5	6.5	3.5	4.1	3.3	3.8	5.7
N3		0.2	3.7	4.6	7.1	3.7	4.3	3.5	4.5	6.0
N4		4.1	4.4	5.4	5.4	4.3	5.7	5.0	5.0	6.1
N5		2.1	3.9	5.3	5.3	4.2	5.0	4.1	4.6	6.1
N6		0.4	1.0	5.2	4.2	4.0	3.8	4.0	4.0	5.7
N7		1.9	0.2	4.5	2.7	3.5	2.7	4.9	3.1	5.4
N8		0.6	2.7	5.1	4.2	4.4	4.8	4.2	4.2	5.9
N9		0.7	0.0	4.8	0.0	2.9	3.4	4.2	3.5	5.7
S1		3.9	1.9	6.7	3.1	4.0	4.3	5.7	3.8	5.7
S2		4.4	4.1	4.7	4.2	4.3	5.4	5.2	4.9	6.1
S3		4.5	4.6	5.1	4.7	4.4	5.5	5.3	5.1	6.0
S4		5.5	5.0	5.6	4.7	4.4	5.2	5.2	5.2	5.6
S5		5.6	5.1	5.5	5.1	4.5	5.7	5.8	5.3	6.0

した。底層の溶存酸素濃度は $0\text{--}6.7\text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ で、2012年8,9月には湾北部の広い範囲で $3\text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ を下回ったが、そのほかについては $3\text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ を下回る点は少なかった (Table 2)。

考察

本研究では、大阪湾において夏季から秋季にかけて出現したウシノシタ科稚魚について形態を精査し、イヌノシタ、アカシタビラメ、ゲンコの形態的特徴を明らかにした。イヌノシタ稚魚の形態については天然海域における報告例は無いが、人工受精による卵から飼育した個体についての報告 (弘奥ほか, 2013) では、担鰭骨縁辺部における黒色素胞の密集が特徴として観察されており、本研究の結果 (Fig. 4a) と一致している。アカシタビラメでは採集された個体の体長組成をみると他2種に比べ10 mmSL未滿の個体の割合が高かった (Fig. 6)。若狭湾で行われた研究では採集されたアカシタビラメ稚魚の最小サイズが体長14.15 mmであったことから着底はそれよりも小さいサイズで起こると推測されている (南, 1983)。さらに、南 (1983) では右眼の移動が開始していない体長10 mm以上の浮遊期仔魚が採集されているが、本研究の結果から大阪湾ではアカシタビラメにおいて浮遊生活から底生生活への移行 (着底) が起きる最小サイズは南 (1983) の報告から推測されるサイズよりもさらに小さい10 mmSL未滿であることが示唆された。本研究を含め日本産ウシノシタ科魚類における着底サイズについての報告例をみると、イヌノシタが10 mm前後、コウライアカシタビラメ、ゲンコ、クロウシノシタが10 mmを超える (南, 1982, 1983; Yagi et al., 2009) のに対し、有明海にのみ生息するデンベエシタビラメでは10 mm未滿であることが報告されている (Yagi et al., 2009)。デンベエ

シタビラメはアカシタビラメのシノニムであるとの指摘もあり (Menon, 1977)、着底サイズの類似は両者の関係性を見るうえでも興味深い。日本産ウシノシタ科魚類20種のうち仔稚魚の形態に関する情報があるのは、コウライアカシタビラメ、チョウセンゲンコ *C. gracilis*、ミナミアカシタビラメ *C. itinus*、アカシタビラメ、デンベエシタビラメ、イヌノシタ、クロウシノシタ、アズマガレイ *Symphurus orientalis* の8種で (南, 2014)、ゲンコ浮遊期仔魚、着底稚魚の形態については既存の知見が無く、本研究においてゲンコ着底稚魚の形態的特徴を明らかにした。鰭条数では識別できないアカシタビラメとは、ゲンコの成魚では有眼側の側線の本数によって容易に識別される (山田・柳下, 2013) が、側線が成魚型になる前の稚魚についても、左眼後端と口角後端の位置関係 (Table 1)、黒色素胞の分布様式 (Fig. 4) や眼径 (Fig. 5) から容易に識別が可能であった。一方、採集された個体の体長組成をみると (Fig. 6)、着底個体の最小サイズにはアカシタビラメと差がみられ、アカシタビラメは7.2 mmSL、ゲンコは11.0 mmSLであり、ゲンコの方が大きいことが示唆される。アカシタビラメでは眼の移行が始まっていない浮遊期仔魚の最大体長と眼の移行が終了した着底稚魚の最小体長にほとんど差がないことが示唆されている (南, 1983) ことから、両種でみられた着底個体の最小サイズの差はゲンコ浮遊期仔魚を同定する際の一つの指標になると考えられる。

着底稚魚 (20 mmSL未滿の個体) については、イヌノシタの出現時期は主に8,9月であり、10月に多いアカシタビラメやゲンコに比べて早期に出現する傾向がみられた (Fig. 7)。大阪湾におけるイヌノシタの産卵期は6–8月、アカシタビラメの産卵期は7–10月であることが明らかに

されており(日下部, 2011; 日下部・浅見, 2012), イヌノシタはアカシタビラメに比べ産卵時期が早い。また, 大阪湾における浮遊期仔魚の出現時期のピークについてもイヌノシタは8月, アカシタビラメは9月であり(山本, 2003), イヌノシタの方が早い。ゲンコについては大阪湾における産卵期は明らかにされていないが, 瀬戸内海西部の周防灘では7-10月, ピークは8月(富山, 1959)であり, 3種の着底稚魚の出現時期の差は産卵時期の差を反映したものと考えられる。

着底稚魚の分布は, イヌノシタは主に湾中央部の水深20-30 mの海域, アカシタビラメは主に湾北部の岸沿いの水深10-20 mの海域, ゲンコは他2種に比べ湾全域に岸沿いから沖にかけて水深10-30 mの海域に広く分布する傾向がみられ, 種により異なっていた(Fig. 8)。なお, 大阪湾沿岸域では水深10 mよりも浅い水深帯で今回使用したソリ付ネットを使用した調査が行われているが, ここでは本研究で採集された3種のウシノシタ科着底稚魚は採集されていない(大美ほか, 2001, 2003)。瀬戸内海燧灘の砂浜浅海域(水深1.0-5.7 m)で行われた調査でも, イヌノシタ, アカシタビラメ, ゲンコの3種は出現していない(山本・小路, 2016)ことなどから, 岸沿いの調査地点でも多く出現するアカシタビラメやゲンコについて, 主な着底場所は10 m以深であることが推測される。2013年に大阪湾の底質を調査した結果では, 湾北部の水深20 mより浅い海域にはclayey siltの底質が広がり, 湾中央部の水深20 mより深い海域や, 湾南部の岸沿いの海域にはsandy siltの点がみられている(横山・佐野, 2015)。本研究における着底稚魚の分布と照らし合わせると, 主に湾中央部の水深20-30 mの海域に分布したイヌノシタはsandy silt, 湾北部岸沿いの水深10-20 mの海域に分布したアカシタビラメはclayey silt, 湾全域に広く分布したゲンコは底質に傾向は無いなど, 3種の着底場所の底質に差がみられる可能性がある。イヌノシタでは湾中央部が産卵場所となっており(日下部, 未発表), 浮遊期仔魚は湾西部で多いことが報告されているが(山本, 2003), 着底稚魚の分布もそれらに近いものであった。一方, アカシタビラメの産卵場所は明らかではないが, 浮遊期仔魚はイヌノシタ同様, 湾西部で多いことが報告されており(山本, 2003), 本研究における着底稚魚の分布は浮遊期仔魚の分布に比べると湾奥部方向にずれていた。若狭湾では, アカシタビラメ浮遊期仔魚は比較的岸から離れた海域に分布し, 着底期以降は岸寄りの浅海域に分布する傾向がみられる(南, 1983)ことから, アカシタビラメにおいて着底稚魚の分布域が浮遊期仔魚の分布域よりも岸方向に移動することは本種の特徴である可能性が高い。有明海湾奥部では, コウライアカシタビラメとデンベエシタビラメの着底稚魚の分布に違いがみられ, 浮遊生活期における鉛直分布が関係していることが示唆されている(Yagi et al., 2009)。夏から秋のほぼ同時期に大阪

湾に出現するウシノシタ科3種において着底場所に違いがみられたのは, 産卵場所や浮遊生活期における分散・輸送過程の違いなども考えられ, 前述の底質との関係も含め今後明らかにする必要がある。

2012年8, 9月において湾北部の点では8月のN4を除きアカシタビラメとゲンコは採集されなかったが, この時期は湾北部では広い範囲で底層の溶存酸素濃度が $3 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ を下回る貧酸素状態にあり(Table 2), 着底稚魚の分布が妨げられた可能性がある。ただし, 採集期間を通じて底層の貧酸素化があまりみられなかった2013, 2014年でも8, 9月における両種の着底稚魚の分布密度は10月に比べ低いことから, 着底稚魚の出現ピークは10月と考えられ(Fig. 8), この時期は底層の貧酸素状態が解消する時期(城, 1989)にあたる。大阪湾北部海域では岸沿いを中心に夏季に底層が貧酸素状態となり, 底生生物の分布や生残・加入に影響を及ぼしている(有山ほか, 1997a; 大美ほか, 2001)。イヌノシタ稚魚は8, 9月に出現したが, 溶存酸素濃度が $3 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ より高く保たれていた沖合域を着底場所としていた。一方, アカシタビラメやゲンコは湾北部を利用するものの, 着底期のピークは10月と考えられ, 貧酸素水塊の発生時期とずれていた。これらのことから, 大阪湾に夏季から秋季に出現するウシノシタ科魚類の新規着底資源に対する貧酸素の影響は大きくないものと推察される。

イヌノシタは大阪府のウシノシタ類漁獲量の大半を占めている(日下部, 2011)が, 本研究では他2種に比べ採集個体数がわずかであった(Fig. 6)。前述のように産卵期が他2種に比べ早いため, 本研究の調査時期がイヌノシタ稚魚の出現ピークに比べ遅かった可能性や, 調査水域よりも深い水深帯に分布していた可能性も考えられ, イヌノシタの初期生態を明らかにしていく上で時期や範囲を拡大して調査を行う必要がある。

謝辞

稚魚採集調査にあたっては, 春木漁業協同組合および谷川漁業協同組合の方々に大変お世話になりました。また, 地方独立行政法人大阪府立環境農林水産総合研究所水産技術センター・辻村浩隆主任研究員および非常勤職員の方々, 北海道大学水産学部附属練習船おしよろ丸・稲垣祐太博士には現場調査やサンプル測定について, 大変ご協力いただきました。米国NOAAの元研究員・John S. Burke博士, 高知大学総合研究センター海洋生物研究教育施設・木下泉教授には英文校閲や論文の内容について有益な指摘, 助言をいただきました。ここに厚く御礼申し上げます。本稿をまとめるにあたり有益なコメントを頂いた2名の査読者および担当編集委員に感謝致します。

引用文献

有山啓之・矢持 進・佐野雅基(1997a) 大阪湾奥部における大型

- 底生動物の動態についてII. 主要種の個体数・分布・体長組成の季節変化. 沿岸海洋研究, **35**, 83–91.
- 有山啓之・矢持 進・佐野雅基 (1997b) 大阪湾奥部における大型底生動物の動態についてIII. 出現種のリストおよび他海域・過去との比較. 大阪水試研報, **10**, 19–27.
- 波戸岡清峰・花崎勝司 (2017) 瀬戸内海産魚類標本目録. 大阪市立自然史博物館収蔵資料目録, **48**, 204 pp.
- 弘奥正憲・杉野博之・草加耕司 (2013) イヌノシタの人工授精と仔稚魚の飼育. 岡山水研報告, **28**, 39–46.
- 城 久 (1989) 大阪湾の貧酸素水塊. 沿岸海洋研究ノート, **26**, 87–98.
- 鎌木昭久 (1992) コウライアカシタピラメの年齢と産卵時期. 岡山水試報, **6**, 61–68.
- Kume, G., K. Furumitsu, H. Nakata, T. Suzuki, M. Handa and A. Yamaguchi (2015) Spatiotemporal occurrence and feeding habits of tonguefish, *Cynoglossus lighti* Norman, 1925, larvae in Ariake Bay, Japan. *J. Appl. Ichthyol.*, **31**, 276–281.
- 日下部敬之 (2011) 大阪湾産イヌノシタ *Cynoglossus robustus* の年齢と成長. 日本水産学会誌, **77**, 1–7.
- 日下部敬之・浅見 亮 (2012) 大阪湾産アカシタピラメ *Cynoglossus joyneri* の年齢と成長. 大阪環農水研報, **5**, 7–12.
- 日下部敬之・鍋島靖信・石渡 卓 (2002) 大阪湾におけるサルエビ *Trachysalambria curvirostris* 着底期幼生の出現. 水産増殖, **50**, 31–36.
- Menon, A. G. K. (1977) A systematic monograph of the tongue soles of the genus *Cynoglossus* Hamilton-Buchanan (Pisces: Cynoglossidae). *Smithson. Contr. Zool.*, **238**, i–iv+1–129, pls. 1–21.
- 南 卓志 (1982) クロウシノシタの初期生活史. 日本水産学会誌, **48**, 1041–1046.
- 南 卓志 (1983) アカシタピラメの初期生活史. 日本水産学会誌, **49**, 719–724.
- 南 卓志 (2014) ウシノシタ科. 「日本産稚魚図鑑第二版」沖山宗雄編, 東海大学出版会, 秦野, 1488–1495.
- 望岡典隆・木下 泉・南 卓志編 (2015) 「魚類の初期生活史研究」. 恒星社恒星閣, 東京, 147 pp.
- Munroe, T. A. (1998) Systematics and ecology of tonguefishes of the genus *Symphurus* (Cynoglossidae: Pleuronectiformes) from the western Atlantic Ocean. *Fish. Bull.*, **96**, 1–182.
- 大美博昭・日下部敬之・鍋島靖信 (2003) 大阪湾南部に位置する人工砂浜に出現した魚類. 大阪水試研報, **14**, 57–70.
- 大美博昭・鍋島靖信・日下部敬之 (2001) 大阪湾奥河口域における幼稚魚の出現種と種類数の季節変化について. 大阪水試研報, **13**, 61–72.
- R Core Team (2016) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- 田中 克・渡邊良朗編 (1994) 「魚類の初期減耗研究」. 恒星社恒星閣, 東京, 159 pp.
- 富山 昭 (1959) 山口県瀬戸内海における重要生物の生態学的研究第19報ゲンコ *Areliscus interruptus* (GÜNTHER). 山口県内海水産試験場調査研究業績, **10**, 87–91.
- Yagi, Y., I. Kinoshita, S. Fujita, H. Ueda, and D. Aoyama (2009) Comparison of the early life histories of two *Cynoglossus* species in the inner estuary of Ariake Bay, Japan. *Ichthyol. Res.*, **56**, 363–371.
- 山田梅芳 (1993) ウシノシタ科. 「日本産魚類検索—全種の同定—」中坊徹次編, 東海大学出版会, 秦野, 1191–1195.
- 山田梅芳・柳下直巳 (2013) ウシノシタ科. 「日本産魚類検索—全種の同定—第三版」中坊徹次編, 東海大学出版会, 秦野, 1693–1698.
- 山本圭吾 (2003) 大阪湾における浮遊期仔魚の季節的分布. 大阪水試研報, **10**, 1–9.
- 山本昌幸・小路 淳 (2016) 瀬戸内海燧灘東部の砂浜浅海域における底生魚類相の季節変化. 水産増殖, **64**, 53–61.
- 山下 洋 (2005) 異体類の加入量変動. 「海の生物資源—生命は海でどう変化しているか—」渡邊良朗編, 東海大学出版会, 秦野, 272–285.
- 横山 寿・佐野雅基 (2015) 大阪湾, 2013年の底層環境—主成分分析による水域区分と既往調査との比較—. 日本水産学会誌, **81**, 68–80.