

## ヒラメ人工稚魚の夜間の被捕食

古田 晋平

(鳥取県水産試験場)

## 緒 言

ヒラメ人工稚魚には放流初期に急激な減耗があることが知られている (古田ら 1992). さらに, その減耗要因としては被捕食が有力視されている (古田ら 1988). しかし, この被捕食を扱った調査事例は断片的で, また報告された対象動物の多くは昼行性の魚類で占められている. そこで, 夜間を対象にヒラメ人工稚魚の被捕食実態とその要因を実験によって検討した結果, 天然稚魚と異なる特性を認めることができたので報告する.

## 材料と方法

## 1 人工稚魚と天然稚魚が誘引する夜行性動物の比較 (実験 I)

種苗生産過程にある人工稚魚と天然稚魚とを, あらかじめ海底の砂に底を埋めて設置したカニ籠網 (直径75cm, 高さ30cm, 目合30節) の中に模擬的に放流し, これに入網した動物と残存したヒラメ稚魚を対比した. カニ籠網の設置は人工稚魚と天然稚魚の入ったものを交互に行い, その設置期間は夕刻から翌朝までの一晩とした. 調査は図1に示した鳥取県中部に位置する泊村地先と鳥取港内外で行った.

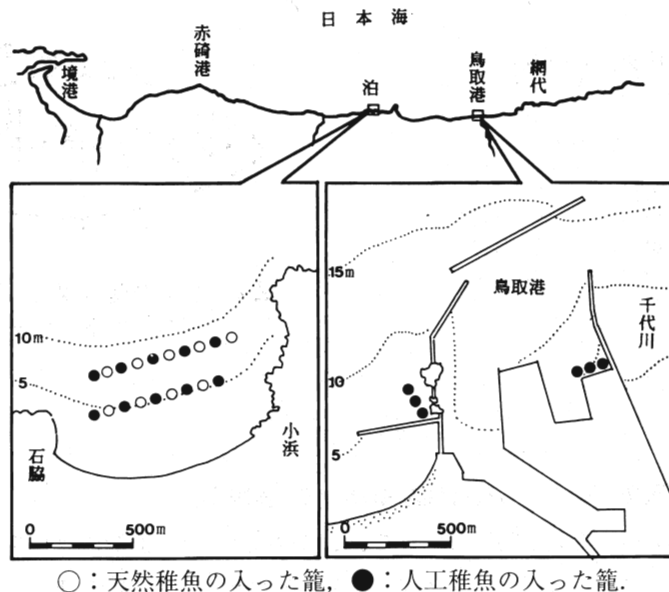


図1 調査海域の位置 (実験 I).

## 2 砂浜性カニ類を用いた人工稚魚と天然稚魚の被捕食頻度の比較（実験Ⅱ）

種苗生産過程にある人工稚魚と天然稚魚とを、あらかじめカニ類を放して1日から3日間静置したFRP水槽（230×90×60cm、底砂約10cm厚、流水）内に模擬的に放流し、残存した個体を比較した。カニ類には浅海砂浜域に多く分布するヒラツメガニとキンセンガニとを用い、それぞれ4回と3回の実験を行った。

## 3 人工稚魚と天然稚魚の夜間動静の比較（実験Ⅲ）

種苗生産過程にある人工稚魚と天然稚魚について夜間の鰓蓋運動、潜砂状態、覚醒状態の観察を行った。観察には流水としたFRP水槽（140×65×27cm）内に並べたプラスチック製の籠（28×20×10cm、目合6mm、底部は細砂約3cm厚）を用い、この中に1個体ずつ放した稚魚をペンライトで照らして目視で測定した。実験には平均全長67.4±6.8mmの天然稚魚5個体と、同62.8±6.1mmの人工稚魚4個体を用いた。

## 4 人工稚魚と天然稚魚の表皮粘液細胞の比較（実験Ⅳ）

放流直後の人工稚魚と浅海砂浜域に分布する天然稚魚について表皮粘液細胞を経時的に観察した。この内、人工稚魚は底砂を敷いて流水としたFRP水槽（230×90×60cm）内に実験当日、模擬的に放流した個体を、天然稚魚はそのつど潜水採捕した個体を用いた。観察に供する個体は全長5.0cmから8.0cmの範囲内とした。観察は表1に示した時刻に採集しブアン液で固定した個体について、図2に示した位置を切り出し6μmの組織切片標本にしたものをヘマトキシリンとエオジンで染色して行った。また、人工稚魚については無限側の色素着色部位とそこに隣接した無着色部位の観察も併せて行った。

表1 観察標本採集固定時刻と個体数（実験Ⅳ）

回次	天然魚	人工魚
1	15:30(2)	15:00(3)
2	22:30(3)	22:00(3)
3	01:30(5)	01:00(3)
4	09:30(3)	09:20(3)

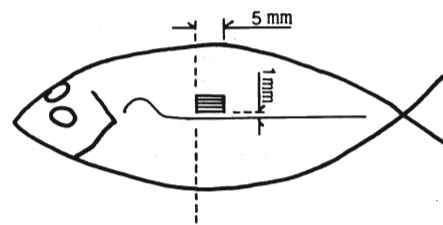


図2 粘液細胞の観察部位（実験Ⅳ）  
（組織標本ブロック切り出し位置）。

## 結 果

### 1 人工稚魚と天然稚魚が誘引する夜行性動物の比較（実験Ⅰ）

揚網したカニ籠網の内容を入網時と対比して表2に示した。カニ籠網にはヒラメ稚魚を捕食する可能性がある動物としてイシガニ、ヒラツメガニ、キンセンガニのカニ類3種とマダコの無脊椎動物と、魚類ではマアナゴが入網していた。また、このような動物が入網していた籠は人工稚魚を収容していたものに限られ、そこではヒラメ稚魚が著しく減少していた。

表2 調査海域から揚網したカニ籠網の内容 (実験I)

1 回次 (1992. 7. 9-11)

籠No.	供 試		魚		そ の 他 入 網 動 物	実験場所
	由 来	全長 (cm)	個 体 数 入網時	揚網時		
1	人 工	58.2±0.69	15	0	イシガニ (93, 74mm)	鳥取港港内 (水深 3 m)
2		57.8±0.72	15	0	イシガニ (84mm), マダイ (55mm)	
3		57.5±0.59	15	15		
4	人 工	59.8±0.21	15	12	マダイ (T L 48mm)	鳥取港外縁 (水深 5 m)
5		57.9±0.89	15	0	マダイ (T L 52mm)	
6		58.8±0.58	15	0	マダコ (M L 83mm)	

2 回次 (1992. 7. 21-22)

籠No.	供 試		魚		そ の 他 入 網 動 物 (全長, 甲幅: cm)	実験場所
	由 来	全長 (cm)	個 体 数 入網時	揚網時		
1	人 工	5.99±0.64	20	13		外海砂浜 (水深 7 m)
2		6.36±0.45	20	5	マアナゴ (40.5), カワハギ (3.7)	
3		6.22±0.74	20	0		
4		6.56±0.66	20	11	マアナゴ (40.5), マダイ (5.7)	
5		6.14±0.58	20	8	マアナゴ (36.5), ヒラツメガニ (8.6)	
6	天 然	8.64±1.39	20	20		外海砂浜 (水深 7 m)
7		8.03±1.33	20	17	カワハギ (4.2, 3.5)	
8		8.04±1.20	20	16		
9		8.17±1.09	20	18	マダイ (5.2), カワハギ (3.5)	
10		8.58±0.91	20	17		

注) マアナゴ胃内容 籠No. 2 : ヒラメ人工魚 5 個体,  
No. 4 : ヒラメ人工魚 2 個体,  
No. 5 : ヒラメ人工魚 2 個体, ネズツボ類 1 個体.

3 回次 (1992. 7. 23-24)

籠No.	供 試		魚		そ の 他 入 網 動 物 (全長, 甲幅: cm)	実験場所
	由 来	全長 (cm)	個 体 数 入網時	揚網時		
1	人 工	6.62±0.81	20	20		外海砂浜 (水深 5 m)
2		6.44±1.12	20	13	キンセンガニ (4.3)	
3		6.49±0.98	20	20		
4		6.75±1.34	20	15	カワハギ (3.5, 3.2, 4.2)	
5		6.65±0.78	20	20	カワハギ (3.6)	
6	天 然	8.25±1.20	20	20		外海砂浜 (水深 5 m)
7		8.03±0.34	20	13	カワハギ (3.6)	
8		8.08±0.99	20	20	マダイ (4.8)	
9		8.15±1.08	20	20		

注) 籠No. 2 に人工魚の頭部のみ 2 個あり.

## 2 砂浜性カニ類を用いた人工稚魚と天然稚魚の被捕食頻度の比較（実験Ⅱ）

実験の結果を表3に示した。これより、各実験区とも人工稚魚がより多く捕食される傾向が示された。ただ、その被捕食量はカニ類の個体数に対して必ずしも多くはなかった。また、天然稚魚はキンセン区では捕食されなかったもののヒラツメ区では捕食を受けた。

表3 砂浜性カニ類（2種）を用いた被捕食実験結果（実験Ⅱ）

### ヒラツメ区

実験 回次	測定 項目	人工稚魚		天然稚魚		カニ類 供試個体
		開始時	終了時	開始時	終了時	
1	個体数	20	17	20	20	5
	全長・甲幅(cm)	6.92±0.69	7.08±0.65	6.49±1.36	6.63±1.33	7.62±0.81
	生残率(%)	85.0		100.0		
2	個体数	20	17	20	19	10
	全長・甲幅(cm)	7.05±0.61	7.32±0.64	6.82±0.86	6.84±0.81	7.57±0.39
	生残率(%)	85.0		95.0		
3	個体数	20	15	20	15	11
	全長・甲幅(cm)	6.57±0.36	6.75±0.49	6.73±0.75	6.73±0.75	7.87±0.58
	生残率(%)	75.0		75.0		
4	個体数	20	16	19	15	5
	全長・甲幅(cm)	6.14±0.63	6.24±0.60	7.01±0.66	6.97±0.70	7.34±0.49
	生残率(%)	80.0		78.9		

### キンセン区

実験 回次	測定 項目	人工稚魚		天然稚魚		カニ類 供試個体
		開始時	終了時	開始時	終了時	
1	個体数	20	17	20	20	5
	全長・甲幅(cm)	6.67±0.64	6.94±0.93	7.27±1.22	7.38±1.24	5.42±0.23
	生残率(%)	85.0		100.0		
2	個体数	20	19	20	20	10
	全長・甲幅(cm)	7.09±0.54	7.22±0.59	6.68±0.90	6.82±0.91	5.28±0.49
	生残率(%)	95.0		100.0		
3	個体数	20	20	20	20	7
	全長・甲幅(cm)	6.39±0.30	6.50±0.39	6.61±0.81	6.76±0.89	4.83±0.35
	生残率(%)	100.0		100.0		

### 3 人工稚魚と天然稚魚の夜間動静の比較（実験Ⅲ）

1分間の鰓蓋運動回数とその時の潜砂状態を個体別に図3に示した。この内、鰓蓋運動回数は個体による格差があるものの、天然稚魚では夜間22時から03時までの間に何れの個体も約40%から60%に低下したのに対し、人工稚魚ではその低下傾向は少なく、しかも夜間に底面を絶えず移動したり遊泳している個体が多く、測定不能な状態が多かった。従って、潜砂状態も人工稚魚では22時以降低かったが、天然稚魚でも必ずしも高かったとは言えない結果が示された。

一方、これらの個体の覚醒度は図4に示したとおり、人工稚魚で夜間に高い値が示されたが天然稚魚では目だった変化はなかった。なお、潜水で採集した天然稚魚には夜間、素手で捕獲できる程度に休止している個体が多いことが観察された。

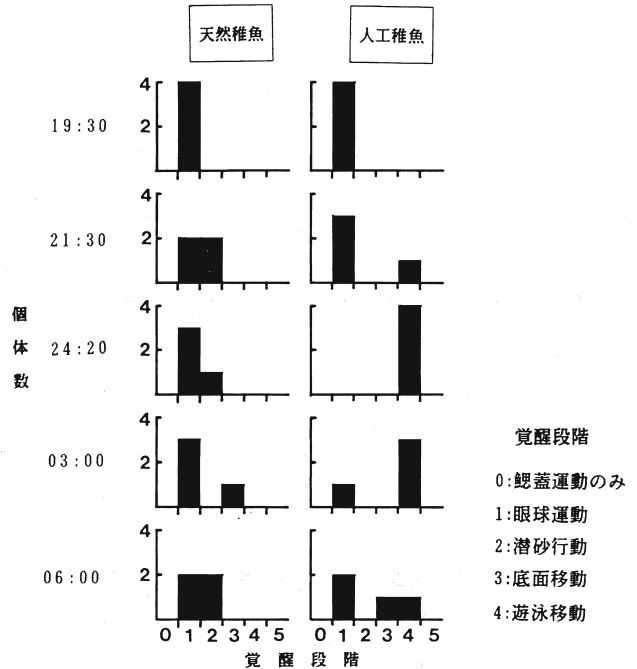
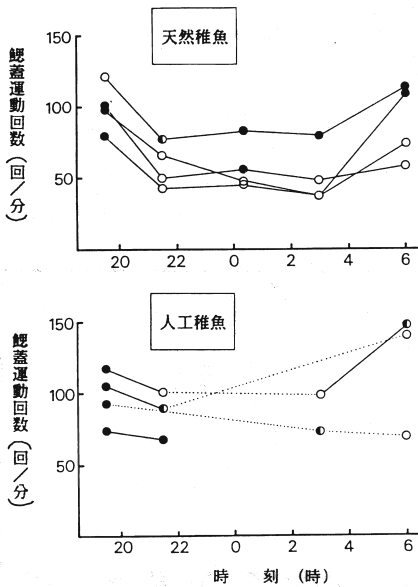


図3 天然稚魚と人工稚魚の夜間の鰓蓋運動と潜砂状態の経時的变化 (実験Ⅲ).

潜砂状態：●完全潜砂  
 ◐部分潜砂 (体表の1割以上露出)  
 ○否潜砂

図4 天然稚魚と人工稚魚の夜間の覚醒状態の比較 (実験Ⅲ).

#### 4 人工稚魚と天然稚魚の表皮粘液細胞の比較 (実験Ⅳ)

経時的に抽出した個体の組織標本の観察項目の内、粘液細胞の分布密度を図5に示した。これより、個体間のばらつきはあるものの、天然稚魚に比べて人工稚魚に粘液細胞の分布密度が高い傾向が示されたが、経時的な傾向は両群に見られなかった。

ところで、表皮組織に分布する粘液細胞には、組織表面の開口部付近にエオジンで染まった粘液が観察されるものがあることが判った。そこで、これを粘液排出中の細胞と仮定してその出現比率を図6に示した。その結果、天然稚魚では午後から翌朝にかけて出現比率に低下傾向が伺えるが、人工稚魚にはそのような傾向は無く、しかも天然稚魚に比べて夜間から翌朝にかけてより高い比率が示された。

次に、夜間に抽出した人工稚魚2個体について、粘液細胞の分布密度と粘液排出中の細胞の出現比率を有眼側と無眼側の着色部位、および無眼側の無着色部位とに分けて図7で比較した。これより、粘液細胞の分布密度は有眼側に最も高く、続いて無眼側の着色部位、無眼側の無着色部位の順に高かった。ただ、無眼側の着色部位については無着色部位に比べてはるかに高く、より有眼側に近い値が示された。一方、粘液排出中の細胞の出現率にも同様の傾向が示されたが、その傾向はより顕著なものだった。

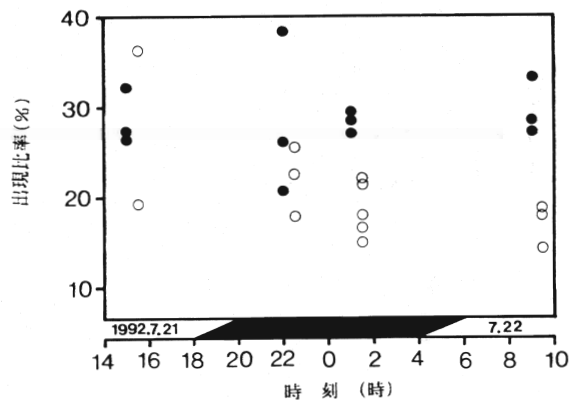
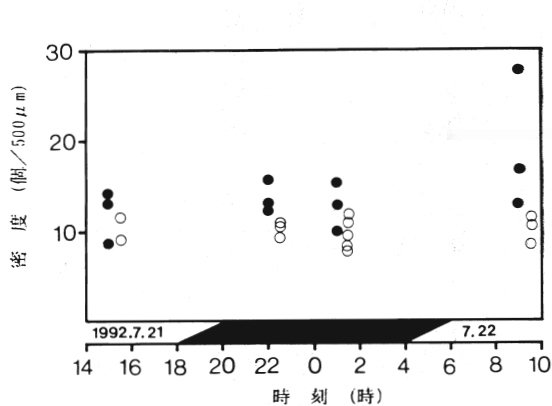
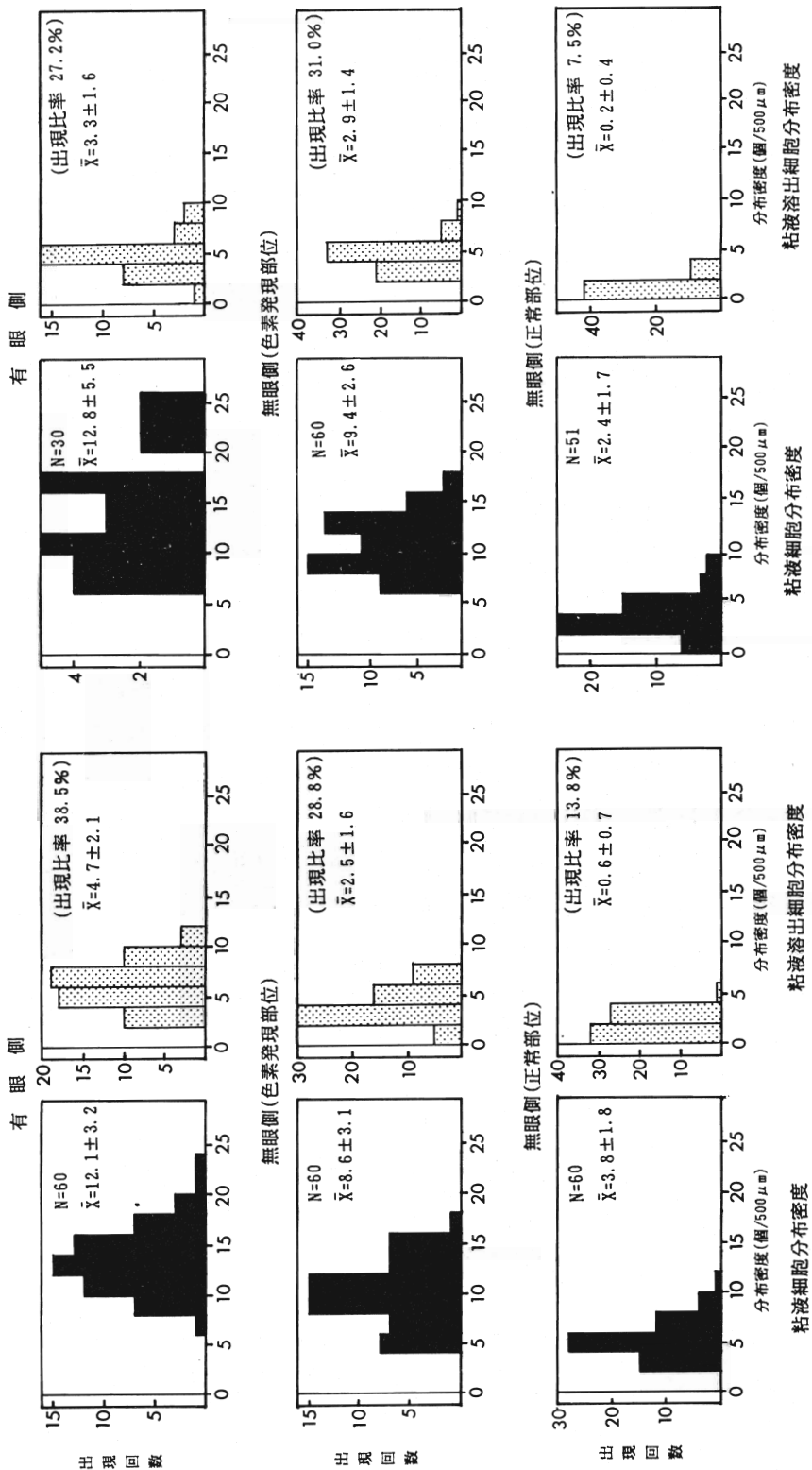


図5 粘液細胞分布密度の比較 (実験Ⅳ) 図6 粘液溶出中の粘液細胞出現比率の比較 (実験Ⅳ)  
(○:天然魚, ●:人工魚).



(1992.7.21 22:00固定, 全長 62mm)

(1992.7.22 01:00固定, 全長 62mm)

図7 ヒラメ人工稚魚の粘液細胞の観察(実験Ⅳ)  
(有眼側と無眼側の比較)

## 考 察

夜行性動物によるヒラメ稚魚の被捕食事例の報告は少ないが、アナゴ類、ミシマオコゼ（南 1986）の他、小型の稚魚を対象にエビジャコ（青海ら 1993）などが知られている。しかし、本研究の実験Ⅰと実験Ⅱの結果から、この他にもカニ類、マダコにその可能性が高いことが考えられた。これら夜行性の捕食種は主に臭いを頼りに蟄集すると考えられるが、天然稚魚に比べて人工稚魚がより選択的に被捕食を受けた実験Ⅰの結果は人工稚魚にこれらを誘引しやすいものが多いことを示したものと考えられる。ただ、実験Ⅱの結果からは、天然稚魚でも夜間、このような捕食者に遭遇すれば被捕食を受ける可能性があることも示されている。

ところで、海産硬骨魚類の含窒素性終末産物の過半数を占めるアンモニアの多くが鰓を通して外部に排泄されることが知られている（小栗 1977）。また、鰓蓋運動や覚醒状態は稚魚の排泄とも深い関係にあると考えられる。従って、実験Ⅲで示された人工稚魚の特性、即ち、活動の日周期が天然稚魚に比べて明確でなく、夜間にも高い状態にあることが、このような排泄物量の低下を妨げ、これが捕食者を誘引する要因になっているとすれば、これも種苗性の重要な要素となることが考えられる。

一方、魚類から量的に排出される別の物質として粘液がある。粘液は多糖類とタンパク質が結合した糖タンパクであるが、ヒラメ稚魚の表皮にもこれを排出する粘液細胞が多数分布しているのが組織標本で観察できる。ところが、実験Ⅳの結果、人工稚魚の有限側表皮には天然稚魚より高い密度でこれが分布していることが示された。さらに、無眼側についても人工魚特有の色素着色部位には無着色部位に比べてはるかに多くの粘液細胞が分布していることが明らかとなった。また、粘液を排出する細胞の出現率が天然稚魚では夜間から朝にかけて低下傾向を示したのに対し、人工稚魚にはそのような傾向が示されなかった。これらの観察結果を考慮すると、夜間、人工稚魚は天然稚魚に比べてより多くの粘液を排出する可能性が考えられる。従って、粘液に夜間の捕食者を誘引する性質があるとするれば、人工稚魚のこのような特性も種苗性を検討する上で重要な要素となることが考えられる。

## 文 献

- 古田晋平（1988） ヒラメ人工種苗の短期馴致効果の検討。日本海ブロック試験研究集録，（13），61-72。
- 古田晋平・西田輝巳・山田英明・宮永貴幸・渡部俊明・平野誠師（1992） 鳥取水試報告，（33），61-82。
- 南 卓志（1986） 日本産カレイ目魚類幼稚仔魚の被食事例。日水研報告，（36），39-47。
- 小栗幹郎（1977） 排泄・浸透圧調節。田村 保編 魚類生理学概論。恒星社厚生閣，東京，103-126。
- 青海忠久・木下 泉・田中 克（1993） 飼育条件下でのエビジャコによるヒラメ稚魚の捕食。日水誌，59，321-326。



## [質疑応答]

藤川（島根水試鹿島分場） 水槽実験による、人工ヒラメと天然ヒラメの被捕食による減耗をみると、これらのヒラメの扱い方（水槽へ投入するまでの飼いや投入方法）はどのようにされましたか。

古田（鳥取水試） 天然魚については、事前に採捕して底砂を敷いたタンク（0.5 t）の中で活きたアミ類を与えて3日以上飼育した個体。人工魚については生産過程の個体を放流時同様取り揚げたものを使用した。両れも表皮を傷付けないよう注意した。

野口（日水研） 夜間と昼間の被捕食の割合について知見があれば教えていただきたい。

古田 これまでに昼間の被捕食については、ヒラメ未成魚とマゴチに無視できないレベル（万オーダー）で生じていることが推定されている。しかし、夜間については、昼行性捕食魚類を排除した閉鎖的領域（港内、囲い網内）でも量的な減耗が生じたこと、そこに分布する捕食動物がカニ類を主体とする夜行性動物だったこと、くらいの結果しか持っていない。