

# 노래미, *Agrammus agrammus*의 日間攝食量 推定法과 推定

金鍾觀 · 姜龍柱\*

韓國海洋研究所 海洋生物研究室 · \*釜山水產大學校 海洋生物學科

## Estimation and Methods Estimating Daily Food Consumption of *Agrammus agrammus*

Chong-Kwan KIM and Yong-Joo KANG\*

Biological Oceanography Laboratory, KORDI, Ansan P. O. Box 29, Seoul 425-600, Korea

\*Department of Marine Biology, National Fisheries University of Pusan, Pusan 608-737, Korea

This study was covered the amount of food consumed per day as well as methods estimating the daily food consumption per fish of *Agrammus agrammus* in natural population to understand flow of food organisms among trophic levels in bio-community of the coastal waters, Shinsudo, Samchonpo.

The estimating formulas were induced from the mathematical models that representing the diurnal fluctuation of the stomach fullness of the fish. The daily food consumption could be estimated by both feeding rates and gastric evacuation rates, but it was more reasonable method that based on gastric evacuation rates than feeding rates.

The daily food consumption in wet weight per fish by gastric evacuation rates were 1.9856g/day, 3.4725g/day, 4.4418g/day, 5.8168g/day, and 7.2113g/day in the order of age groups from 0 to 4. The daily rations as percentage of body weight were 9.35%, 6.65%, 5.76%, 4.72% and 5.31% in the order of ages. The daily food consumption was proportional to the body weight of fish, but the daily food consumption per specific body weight was reciprocal to the body weight.

Annual food consumption in wet weight per fish by gastric evacuation rates were 529.98g from the age of 0.25 to 1.0, 1,269.28g from the age of 1.0 to 2.0, 1,622.76g from the age of 2.0 to 3.0, 2,125.57g from the age of 3.0 to 4.0, 1,316.09g from the age of 4.0 to 4.5 The amount of food consumed per fish during 4.25 years, from the age of 0.25 to 4.5, was 6,863.68g in wet weight. the relationships between the daily food consumption(Dr) by gastric evacuation rates and the total length(L, cm) or the body weight(W, g) were as follows:

$$Dr = 0.036L^{1.702}$$

$$Dr = 0.254W^{0.664}$$

### 序 論

의 沿岸 岩盤海域에 많이 分布한다(Kikuchi, 1966; 鄭, 1977).

노래미(*Agrammus agrammus*)는 횡대목 쥐노래미과에 속하는 沿岸定着性 魚類로서 韓國과 日本

노래미의 發生, 生殖, 成熟, 形態變異, 成長, 死亡, 먹이 生物 等に 關한 研究는 많이 報告되었으나

(Jordan and Starks, 1903; 小川, 1951; Kanamoto, 1976, 1977, 1979a, 1979b; 姜 · 李, 1982; 姜 · 金, 1983; 姜 · 陳, 1983; 金 · 明, 1983; 鄭 · 李, 1985; 金 · 姜, 1986), 攝食量 推定에 關한 報告는 없다.

魚類의 攝食量 推定研究는 海洋生物群集의 營養 段階間에 魚類로 流動하는 物質의 量과 生物群集의 物質循環에서 魚類가 關여하는 影響을 具體的으로 파악하게 하여, 生物群集內에서 魚類와 他生物 間의 有機的 關係를 究明해 준다.

現在까지 報告된 魚類의 攝食量 推定法은 實驗室에서 飼育實驗을 통해 推定하는 方法(Hunt, 1960; Molnár and Tölg, 1962; Johnson, 1966; Brett and Higgs, 1970; Peters and Hoss, 1974)과 自然產 魚類의 胃內容物 重量의 一週變化를 나타내는 數理 모델로부터 推定하는 方法(Darnell and Meierotto, 1962; Nakashima and Leggett, 1978; Cochran, 1979; Andersen, 1985; Pennington, 1985)으로 大別된다. 最近에 와서 前者의 方法은 飼育條件에 따라 攝食量이 달라지는 문제점을 가지고 있어서 後者의 方法을 많이 活用하고 있다. 後者의 方法에서 魚類의 胃內容物 重量의 一週變化를 數理모델化 하기 위한 假說設定은 研究者마다 一定하지 않았고, 이에 따라 推定되는 攝食量도 어느 모델을 使用하느냐에 따라 달라질 수 있었다(Elliott and Persson, 1978; Cochran, 1979). 그리고 後者의 方法에서 魚類 攝食活動의 一週變化를 모델化 하는데 使用된 資料가 單位時間別 胃內容物의 重量이었는데, 이는 本 研究에서 使用한 單位時間別 胃滿腹度보다 合理性이 결여되는 것으로 알려져 있다(金 · 姜, 1991). 따라서, 自然產 魚類의 攝食量을 推定하는 方法論은 아직 確立되어 있지 않은 實情이었다.

本 研究는 三千浦 新樹島 沿岸에서 優占하는 노래미 胃滿腹度의 一週變化를 묘사하는 數理모델(金 · 姜, 1991)로부터 誘導된 本種의 日間攝食量 推定法과 이에 의거 日間攝食量을 年齡群別로 推定한 것이다.

## 材料 및 方法

本 研究에 使用된 魚類의 標本과 必要한 資料는 慶尙南道 三千浦市 新樹島 沿岸에서 1984年 9月부터 1985年 8月 사이에 採集, 計測된 金 · 姜(1991)의 것을 利用하였다.

日間攝食量 推定法은 金 · 姜(1991)의 노래미 胃滿腹度(魚體重量當 胃內容物의 重量比)의 一週變

化를 나타내는 數理모델로부터 유도하였으며, 이에 의거 攝食量을 推定하였다. 攝食量 推定은 하루 中 魚體가 攝食한 먹이의 總量으로써 推定하는 方法과, 하루 中 胃排出한 總量으로써 推定하는 두가지 方法을 使用하였다.

日間攝食量은 日間積算滿腹度(하루 中 攝食과 胃排出로 인해 變化된 魚體重量當 胃內容物 重量의 重量比를 單位時間別로 하루동안 積算한 값)로부터 金 · 姜(1991)의 胃內容物 重量과 胃滿腹度 間의 關係式으로서 換算하여 求하였다.

日間積算滿腹度는 하루 中 1時間單位로 나타낸 實平均 胃滿腹度 資料로부터 金 · 姜(1991)의 모델을 使用하여 時間別 理論的인 平均 胃滿腹度を 求한 後, 이 값을 기준하여 本 研究에서 밝힌 攝食量 推定法으로 推定하였다. 즉, 하루 中 攝食時間帶內에서 單位時間當 攝食으로 增加한 또는 胃排出時間帶에서 胃排出로 減少한 胃滿腹度 값을 求하여, 이들을 하루동안 積算시켜 推定하였다. 하루 中 攝食時間帶는 金 · 姜(1991)의 胃滿腹度 一週變化에서 胃滿腹도가 增加하는 時間帶로 하였고, 胃排出時間帶는 하루 24時間 전부로 하였다.

單位時間當 胃滿腹度의 變化量 推定에 必要한 파라메타(parameters) 中 單位時間當 攝食率과 胃排出率, 胃의 最大收容滿腹度는 金 · 姜(1991)의 結果를 利用하였고, 時點 t와 t+1間的 胃滿腹度 變化量은 두 時點間的 平均 胃滿腹度を 기준으로 파악하였다.

採集된 標本の 平均 胃滿腹度로부터 求한 日間積算滿腹度는 魚體의 크기는 반영되지 않고, 採集된 標本들의 平均 크기에 해당하는 魚體의 日間積算滿腹도에 해당한다. 魚體크기別 日間積算滿腹度는 胃滿腹도와 魚體重量 間의 回歸關係로써 推定하였다. 이 回歸分析에 使用된 標本은 하루 中 胃滿腹도가 서로 비슷한 값을 가지는 時間帶에서 採集된 것이다. 魚體크기는 產卵後 5個月부터 53個月까지 3個月 單位의 年齡群別 平均 體重으로써 나타냈으며, 年齡은 椎體를 年齡形質로 하여 姜 · 金(1983)의 方法에 따라 查定하였다.

## 結 果

### 1. 攝食量 推定法

가. 攝食에 의한 推定法

하루 中 攝食으로 인한 單位時間當 胃滿腹度의 變化量  $(\frac{dF_t}{dt})_p$ 은

$$\left(\frac{dF_t}{dt}\right)_p = p(F_k - F_t) \dots\dots\dots (1)$$

로서 나타낼 수 있다(金·姜, 1991). 여기서, p는 단위시간당攝食率,  $F_k$ 는胃의最大收容滿腹度,  $F_t$ 는時點 t에서의胃滿腹度이다.

式(1)로부터 하루中 어느 임의의時點 t에서  $\Delta t$  시간이 경과하는 동안攝食으로 인한胃滿腹度の增加量( $\Delta F_t$ )<sub>p</sub>은

$$(\Delta F_t)_p = p(F_k - F_t) \cdot \Delta t \dots\dots\dots (2)$$

가 된다. 여기서  $\Delta t$ 를 1時間으로 定하면

$$(\Delta F_t)_p = p(F_k - F_t) \dots\dots\dots (3)$$

이다. 따라서 하루中攝食活動이時點  $t_0$ 에서  $t_1$ , 時點  $t_2$ 에서  $t_3$ 사이에 일어나고, 이 사이에攝食으로 인한胃滿腹度の總增加量を日間積算滿腹度( $\bar{F}_p$ )라 하면,

$$\bar{F}_p = \sum_{t=t_0}^{t_1} (\Delta F_t)_p + \sum_{t=t_2}^{t_3} (\Delta F_t)_p \dots\dots\dots (4)$$

가 된다.

나. 胃排出에 의한推定法

하루中胃排出에 의한單位時間當胃滿腹度の變化量  $\left(\frac{dF_t}{dt}\right)_r$ 은

$$\left(\frac{dF_t}{dt}\right)_r = -rF_t \dots\dots\dots (5)$$

로서 나타낼 수 있다(金·姜, 1991). 여기서, r은單位時間當胃排出率이다

式(5)로부터 하루中 어느 임의의時點 t에서  $\Delta t$  시간이 경과하는 동안胃排出로 인한胃滿腹度の減少量( $\Delta F_t$ )<sub>r</sub>은

$$(\Delta F_t)_r = -rF_t \cdot \Delta t \dots\dots\dots (6)$$

가 된다. 여기서  $\Delta t$ 를 1時間으로 두면,

$$(\Delta F_t)_r = -rF_t \dots\dots\dots (7)$$

이다. 따라서, 하루 동안에 먹은食物이 그날中으로 모두胃에서腸으로排出되고, 이排出行爲는 하루내내 지속적으로進行된다면, 하루 동안에胃排出로 인한胃滿腹度の總減少量を日間積算滿腹度( $\bar{F}_r$ )라 할 때

$$\bar{F}_r = \sum_{t=t_0}^{t_0+24} (\Delta F_t)_r \dots\dots\dots (8)$$

이다. 여기서  $t_0$ 는 하루中任意의時點이다.

式(4)와(8)은日間攝食量を攝食量으로서直接 나타내는 것이 아니고魚體의胃滿腹度으로써間接的인攝食量を 나타내는 것이며, 또한魚體의크기別日間積算滿腹度を 나타내고 것이 아니고,魚體當日間積算滿腹度の平均値를 나타내는 것이어서, 全標本中平均크기別 해당하는魚體의日間積算滿腹度を 나타내는 것이다.

魚體크기別日間積算滿腹度は 하루中特定時間

帶에서 採集된 標本으로부터魚體의 크기를 나타내는魚體重量과胃滿腹度間的回歸關係를檢討한 다음, 이回歸式으로부터總標本の平均크기重量에 해당하는魚體의胃滿腹度和特定크기의魚體重量에 해당하는魚體의胃滿腹度間에比率(이하“修正係數”라 한다)을求한後, 이修正係數를式(4)와(8)에서 얻어진平均日間積算滿腹度に 곱하여魚體크기別日間積算滿腹度を推定하였다.

魚體크기別日間積算滿腹度로부터日間攝食量の推定은金·姜(1991)의胃滿腹度和胃內容物重量間的關係式으로부터求하였다. 즉,魚體크기 i個體의體重과修正係數를各各  $W_i, \alpha_i$ 라 하고,魚體크기 i個體의 하루中攝食에 의한胃內容物の總重量을  $(D_i)_p$ , 胃排出에 의한胃內容物の總重量을  $(D_i)_r$ 이라 할 때

$$(D_i)_p = \bar{F}_p \cdot \alpha_i \cdot W_i / 100 \dots\dots\dots (9)$$

$$(D_i)_r = \bar{F}_r \cdot \alpha_i \cdot W_i / 100 \dots\dots\dots (10)$$

가 된다.

2. 攝食量 推定

가. 平均日間積算滿腹度

季節別 하루의時間別로測定된平均胃滿腹度로서 계산된理論的인平均胃滿腹度로부터單位時間當攝食 또는胃排出에 의해變化된胃滿腹度和 이를 하루동안積算시켜 나타낸平均日間積算滿腹度は Table 1과 같다.攝食 또는胃排出에 의한日間積算滿腹度を季節別로 살펴보면, 가을에는 6.44와 6.15, 겨울에는 4.98과 5.77, 봄에는 9.92와 9.34 그리고 여름에는 4.97과 5.09였고,季節別 두 값間에는 큰差異가 없었다.四季節을 통해 두種類의日間積算滿腹度에 대한平均値檢定을 한結果, 서로間에는有意水準 0.05에서有意한差異가 없었다( $t=0.034 < 3.182 = t_{3, 0.05}$ ). 따라서,日間攝食量推定에 앞서日間積算滿腹度を求할時攝食 또는胃排出에 의한方法中 어느 것을使用하여도 무방함을 알 수 있었다.日間積算滿腹度を季節別로比較하여 보면 두方法에 의한 것中 어느方法에 의한 것이라도 봄에 가장 높았고, 겨울과 여름에 가장 낮았다.

나. 魚體크기別日間積算滿腹度

採集된 標本の平均크기에 해당하는魚體의日間積算滿腹度로부터魚體크기別日間積算滿腹度を求하기 위하여 하루中特定時間帶에서採集된標本으로부터魚體重量(W)과胃滿腹度(F)間的回歸關係를檢討한結果,

$$F = 16.4065W^{0.4189}$$

와 같은關係式을 얻었으며(Fig. 1), 이들間에는

Table 1. Stomach fullness calculated and measured by season and by time of the day, daily cumulative fullness of the stomachs consumed or evacuated by *Agrammus agrammus* collected at Shinsudo, Samchonpo

Time of day	Autumn						Winter						Spring						Summer					
	SF*1		SFPH*2		SF		SFPH		SF		SFPH		SF		SFPH		SF		SFPH		SF		SFPH	
	Measured	Calculated	Consumed	Evacuated	Measured	Calculated	Consumed	Evacuated	Measured	Calculated	Consumed	Evacuated	Measured	Calculated	Consumed	Evacuated	Measured	Calculated	Consumed	Evacuated	Measured	Calculated	Consumed	Evacuated
0~1	0.71	0.76	0	0.14	-	1.06	0	0.13	-	0.72	0	0.19	1.25	0.93	0	0.16								
1~2	-	0.64	0	0.12	-	0.94	0	0.12	-	0.57	0	0.15	0.96	0.79	0	0.13								
2~3	-	0.54	0	0.10	-	0.83	0	0.11	-	0.45	0	0.12	0.93	0.93	0	0.13								
3~4	0.24	0.24	0	0.13	-	0.74	0	0.09	0.39	0.39	0	0.10	1.65	1.70	0.95	0.14								
4~5	1.57	1.56	1.62	0.18	1.62	1.62	0	0.14	2.75	2.76	3.08	0.26	2.17	2.07	0.60	0.20								
5~6	2.02	2.05	0.89	0.37	3.42	2.68	1.38	0.26	3.34	3.28	1.11	0.50	2.23	2.25	0.42	0.23								
6~7	2.24	2.23	0.63	0.44	3.33	3.11	0.81	0.35	3.36	3.39	0.70	0.55	2.19	2.02	0	0.22								
7~8	1.65	1.82	0	0.42	3.35	3.29	0.58	0.38	2.85	2.88	0	0.51	1.87	1.82	0	0.20								
8~9	1.30	1.48	0	0.34	3.28	2.92	0	0.37	2.55	2.44	0	0.44	1.54	1.64	0	0.18								
9~10	1.15	1.21	0	0.28	2.21	2.59	0	0.33	2.13	2.07	0	0.37	1.65	1.78	0.28	0.13								
10~11	0.87	0.98	0	0.23	2.13	2.30	0	0.29	1.75	1.76	0	0.31	1.88	1.89	0.25	0.14								
11~12	0.87	0.80	0	0.18	1.80	2.04	0	0.26	1.62	1.49	0	0.27	1.93	1.97	0.23	0.15								
12~13	0.89	0.65	0	0.15	1.51	1.81	0	0.23	1.00	1.27	0	0.23	1.72	1.82	0	0.15								
13~14	1.35	1.28	0.80	0.16	1.35	1.60	0	0.20	1.50	2.01	1.15	0.38	1.67	1.69	0	0.14								
14~15	1.85	1.73	0.71	0.25	1.84	2.67	1.39	0.26	2.60	2.42	0.93	0.51	1.53	1.56	0	0.12								
15~16	2.28	2.05	0.64	0.32	2.88	3.11	0.82	0.34	2.75	2.63	0.81	0.58	1.87	1.89	0.61	0.28								
16~17	2.42	2.28	0.59	0.36	2.57	2.76	0	0.35	2.92	2.75	0.74	0.62	2.07	2.13	0.57	0.32								
17~18	2.45	2.44	0.56	0.40	2.45	2.45	0	0.31	2.59	2.81	0.71	0.64	2.34	2.31	0.54	0.35								
18~19	2.15	2.06	0	0.38	-	2.17	0	0.28	2.83	2.85	0.69	0.65	2.44	2.45	0.52	0.38								
19~20	1.83	1.74	0	0.32	-	1.92	0	0.24	2.12	2.26	0	0.59	1.62	2.09	0	0.36								
20~21	-	1.47	0	0.27	-	1.72	0	0.22	-	1.80	0	0.47	1.79	1.78	0	0.31								
21~22	1.37	1.25	0	0.23	-	1.51	0	0.19	-	1.43	0	0.37	-	1.51	0	0.26								
22~23	0.85	1.06	0	0.20	1.12	1.34	0	0.17	1.30	1.14	0	0.29	1.13	1.29	0	0.22								
23~24	0.60	0.89	0	0.17	-	1.19	0	0.15	-	0.90	0	0.24	-	1.10	0	0.19								
Total*3			6.44	6.15			4.98	5.77			9.92	9.34			4.97	5.09								

\*1 SF = Stomach fullness

\*2 SFPH = Stomach fullness changed by consumption or evacuation per hour

\*3 Total means daily cumulative fullness of the stomachs

魚體重量이 增加할 수록 胃滿腹度는 指數적으로 減少하는 傾向을 나타냈다.

이 回歸關係로써 平均日間積算滿腹度로부터 魚體크기別日間積算滿腹度로 나타낸 結果는 Table 2와 같다. 採集된 總標本의 平均魚體重量은 57.8g 이었는데 위의 回歸關係式에 의해 이 魚體크기의 胃滿腹度 F값은 2.9988이었다. 이에 비해 Table 2의 各年齡群別 平均體重에 해당하는 F값은 總標本의 平均體重에 해당하는 F값과 각기 달랐으며, 이 差異率을 修正係數라 하여 나타낸 結果, 總採集標本의 平均크기에 해당하는 F값은 魚體가 작을수록 차이값이 컸으며, 크기는 2.4739배, 작게는 0.6901배 차이 났다.

Table 1의 季節別 平均日間積算滿腹度는 그 季節에 속하는 魚體들의 平均日間積算滿腹度로 간주되어 이 값에 年齡群別 修正係數를 곱하여 攝食 또는 胃排出에 의한 魚體크기別(年齡群別)日間積算滿腹度を 나타낸 Table 2의 資料는 그 年齡群에 해당하는 魚體의 日間攝食量을 胃滿腹度로서 나타낸 값이다.日間積算滿腹도가 가장 큰 年齡群과 가장 작은 年齡群은 各各 生後 5個月群과 50個月群이었으며, 이들의 日間積算滿腹度는 各各 24.5411 또는 23.1062와 3.5219 또는 4.0805였다. 年齡群別日間積算滿腹度는 魚體의 體重과 그 年齡에 도달했을 때 맞이하는 季節에 영향을 받았다. 攝食 또는 胃排出에 의한 日間積算滿腹度 間에는 서로 有意한 差異가 없었다( $t=0.419 < 2.120 = t_{16, 0.05}$ ).

다. 攝食量

日間積算滿腹度로부터 式 (9)와 (10)에 의해 日間攝食量을 推定한 結果는 Table 3과 같다. 年齡群

Table 2. Daily cumulative fullness of the stomachs by body weight of *A. agrammus*.  $\Sigma F_p$ =daily cumulative fullness of the stomachs by feeding,  $\Sigma F_r$ =daily cumulative fullness of the stomachs by gastric evacuation

Age (month)	Season	Mean body weight (g)	Correction coefficient	$\Sigma F_p$	$\Sigma F_r$
5	Spring	6.65	2.4739	24.5411	23.1062
8	Summer	24.53	1.4319	7.1165	7.2884
11	Autumn	30.74	1.3028	8.3900	8.0122
14	Winter	28.61	1.3426	6.6861	7.7468
17	Spring	40.10	1.1655	11.5618	10.8858
20	Summer	65.32	0.9500	4.7215	4.8355
23	Autumn	75.44	0.8944	5.7599	5.5006
26	Winter	60.72	0.9796	4.8784	5.6523
29	Spring	65.87	0.9467	9.3913	8.8422
32	Summer	79.68	0.8741	4.3443	4.4492
35	Autumn	102.74	0.7859	5.0612	4.8333
38	Winter	93.19	0.8187	4.0771	4.7239
41	Spring	106.08	0.7754	7.6920	7.2422
44	Summer	142.86	0.6845	3.4020	3.4841
47	Autumn	150.77	0.6692	4.3096	4.1156
50	Winter	132.15	0.7072	3.5219	4.0805
53	Spring	140.10	0.6901	6.8458	6.4455

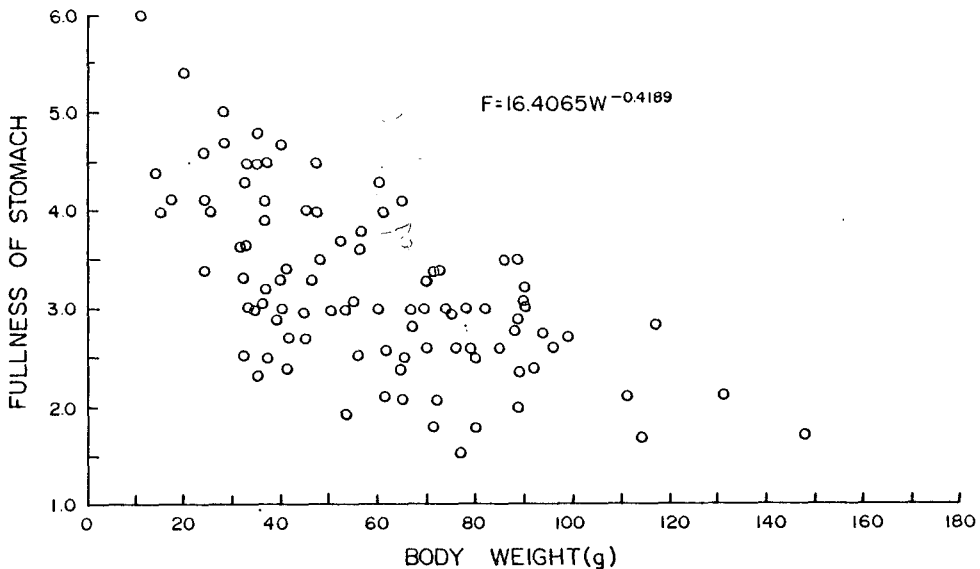


Fig. 1. The relation between body weight(W) and stomach fullness(F) of *A. agrammus*.

Table 3. Daily food consumption in wet weight per fish of *A. agrammus*.  $D_p$ =daily food consumption by feeding,  $D_r$ =daily food consumption by gastric evacuation

Age (month)	Season	Mean body weight (g)	Mean total length (cm)	Food consumption(g)	
				$\Sigma F_p$	$\Sigma F_r$
5	Spring	6.65	6.44	1.6320	1.5366
8	Summer	24.53	11.37	1.7457	1.7878
11	Autumn	30.74	12.51	2.5791	2.4630
14	Winter	28.61	12.67	1.9129	2.2164
17	Spring	40.10	13.63	4.6363	4.3652
20	Summer	65.32	16.25	3.0841	3.1585
23	Autumn	75.44	16.73	4.3453	4.1497
26	Winter	60.72	16.90	2.9622	3.4321
29	Spring	65.87	16.12	6.1860	5.8244
32	Summer	79.68	17.44	3.4615	3.5451
35	Autumn	102.74	18.72	5.1999	4.9657
38	Winter	93.19	19.23	3.7994	4.4022
41	Spring	106.08	19.11	8.1597	7.6825
44	Summer	142.86	20.23	4.8601	4.9774
47	Autumn	150.77	21.20	6.4976	6.2051
50	Winter	132.15	21.50	4.6542	5.3924
53	Spring	140.10	21.45	9.5910	9.0301

別 魚體 1尾當 日間攝食量을 보면, 生後 5個月에서 11個月에 해당하는 0歲群은 日平均 1.9856g/day 또는 1.9291g/day였고, 生後 14個月에서 23個月에 해당하는 1歲群은 日平均 3.4947g/day 또는 3.4725g/day, 生後 26個月에서 35個月에 해당하는 2歲群은 日平均 4.4524g/day 또는 4.4418g/day, 生後 38個月에서 47個月에 해당하는 3歲群은 日平均 5.8292g/day 또는 5.8168g/day, 生後 50個月에서 53個月에 해당하는 4歲群은 日平均 7.1226g/day 또는 7.2113g/day였다. 0歲群을 제외한 同一年齡群 中 日間攝

食量이 가장 많았던 季節은 봄이었고, 가장 적었던 季節은 겨울이었다.

年齡群에 따른 季節別 日間攝食量을 그 季節에서 그 年齡群의 平均 日間攝食量으로 간주하여 年齡群別 季節間 攝食量과 四季節의 攝食量을 합하여 나타낸 年齡群別 年間攝食量은 Table 4와 같다. 年齡群別 魚體 1尾當 年間攝食量을 攝食에 의한 推定法으로 推定한 結果를 보면, 生後 0.25歲부터 1.0歲까지는 545.44g이었고, 生後 1.0歲부터 2.0歲까지는 1,277.86g, 生後 2.0歲부터 3.0歲까지는 1,627.36g, 生後 3.0歲부터 4.0歲까지는 2,131.05g, 生後 4.0歲부터 4.5歲까지는 1,301.25g였다. 그리고, 노래미 1尾가 生後 0.25歲부터 4.5歲까지 攝食하는 먹이 生物의 量은 6,882.96g이었다. 한편, 胃排出에 의한 推定法으로 年間攝食量을 推定한 結果는 攝食에 의한 推定の 結果와 有意한 差異가 없었다.

라. 魚體크기와 日間攝食量 間的 關係

年齡群別 年間攝食量을 年間日數로 나누어 年齡群別 日間 平均攝食量을 求한 後, 이 攝食量과 年齡群別 平均全長(L), 平均體重(W) 間에 各各의 關係를 檢討한 結果,

$$D_p = 0.041L^{1.661}, D_p = 0.273W^{0.648}$$

$$D_r = 0.036L^{1.702}, D_r = 0.254W^{0.664}$$

의 回歸關係가 있었다. 여기서  $D_p$ 와  $D_r$ 은 攝食과 胃排出에 의해 각기 推定된 日間攝食量이다.

따라서, 本種의 日間攝食量은 魚體全長의 1.7乘에 比例하였고, 魚體體重의 0.65乘에 比例함을 알 수 있었다.

### 考 察

魚體의 攝食量을 推定하는 既存研究方法에서는

Table 4. Annual food consumption in wet weight per fish of *A. agrammus*.  $D_p$  and  $D_r$  codes denote the same mean as Table 3 (unit: g)

Age range(yr)	Season		Winter (90 days)		Spring (92 days)		Summer (92 days)		Autumn (91 days)		Total	
			$D_p$	$D_r$	$D_p$	$D_r$	$D_p$	$D_r$	$D_p$	$D_r$	$D_p$	$D_r$
0.25~1.00			-	-	150.14	141.37	160.60	164.48	234.70	224.13	545.44	529.98
1.00~2.00			172.16	199.48	456.54	401.60	283.74	290.58	395.42	377.62	1,277.86	1,269.28
2.00~3.00			266.60	308.89	569.11	535.84	318.46	326.15	473.19	451.88	1,627.36	1,622.76
3.00~4.00			341.95	396.20	750.69	706.79	447.13	457.92	591.28	564.66	2,131.05	2,125.57
4.00~4.50			418.88	485.32	882.37	830.77	-	-	-	-	1,301.25	1,316.09
0.25~4.50			1,199.59	1,389.89	2,778.85	2,616.37	1,209.93	1,239.13	1,694.59	1,618.29	6,882.96	6,863.68

(Bajkov, 1935; Darnell and Meierotto, 1962; Elliott and Persson, 1978; Nakashima and Leggett, 1978; Cochran, 1979; Andersen, 1985; Pennington, 1985) 魚類의 攝食作用과 胃排出作用 中 胃排出作用과 관련되는 胃排出에 의해서만 攝食量을 推定하고 있으나, 本研究에서는 攝食量과 胃排出率 中 어느 것을 使用하여도 攝食量 推定이 可能하였다. 그리고, 既存研究方法에서는 攝食活動을 晝間에 주로 하고 夜間에 하지 않는 魚類의 경우 夜間에 採集된 標本으로써 胃排出率을 推定하였으나, 本研究에서는 晝間에 採集된 標本으로써 胃排出率 뿐만 아니라 攝食率도 求할 수 있었다.

우리 나라의 現實情으로 볼 때, 夜間에 沿岸에서 魚類를 採集하기에는 많은 어려움이 뒤따른다. 이런 점으로 보아 魚類의 日間攝食量 推定은 既存研究方法보다 本研究의 方法을 使用하는 것이 有利하다는 事實을 알 수 있었다.

그러나, 攝食率을 利用하여 日間攝食量을 推定하기 위해서는 하루 中 攝食時間帶를 正確하게 파악하여야 한다. 攝食時間帶의 推定은 魚類의 攝食行動을 直接 觀察하거나 胃內容物 重量 또는 胃滿腹度의 一週變化를 檢査함으로써 알 수 있지만, 매우 짧은 時間單位까지 攝食時間帶를 判定하기에는 많은 어려움이 있으리라 여겨진다. 따라서, 攝食時間帶의 判斷에서 생기는 誤差만큼 攝食量이 다르게 評價될 수 있다. 이에 비해, 當日 攝食한 먹이 生物은 當日 中으로 胃에서 腸으로 全量 排出될 것

이라는 假定에 무리가 없다면 胃排出率으로써 日間攝食量을 推定하는 것이 더욱 合理的일 것이다. 왜냐하면, 胃排出作用은 消化器官의 生理作用에 의해 하루내내 持續적으로 進行되기 때문에 하루 中 胃排出 時間帶를 別도로 파악 할 必要가 없고, 胃排出時間帶 判定에 있어서 誤差가 없기 때문이다. 이렇게 볼 때 本研究에서 推定한 노래미의 日間攝食量은 攝食率보다 胃排出率에 의해 推定된 값이 더욱 精確하리라 判斷된다.

魚體의 크기를 고려하지 않은 平均日間積算滿腹度로부터 魚體크기別 日間積算滿腹度로 換算하는 修正係數는 本研究에서 提示한 方法뿐만 아니라 다른 方法으로 求할 수 있었다. 즉, 魚類의 攝食量은 魚體의 胃크기에 따라 比例할 것이라고 생각되어 魚體의 重量과 單位體重當 胃重量 間의 關係를 檢査하여(Fig. 2), 이들의 關係式으로부터 修正係數를 求하여 보았다(Table 5). 그 結果, 두 方法으로부터 推定된 修正係數間에는 有意한 差가 없었다( $t=0.684 < t_{16, 0.05}=2.120$ ). 따라서, 平均日間積算滿腹度로부터 魚體크기別 日間積算滿腹度로 換算하는 修正係數는 위의 두 方法 中 어느 것을 使用하여도 無妨하리라 생각된다.

魚類의 攝食量은 봄에 많았고 여름과 겨울에 적었다. 本種의 主生殖期가 11月인 점(姜·李, 1982)을 감안할 때, 봄에 攝食量이 많았던 것은 겨울에 生殖活動으로 인해 消耗된 體力를 補充하기 위한 것으로 생각되며, 겨울에 攝食量이 적었던 것은 생

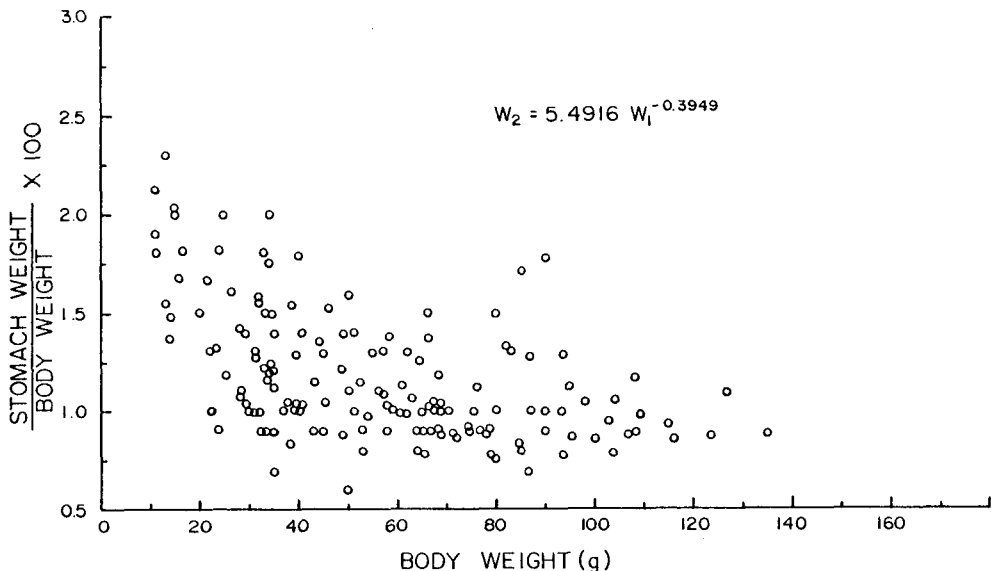


Fig. 2. The relation between body weight( $W_1$ ) and stomach weight per unit body weight( $W_2$ ) of *A. agrammus*.

Table 5. Comparison between two correction coefficients converting daily mean cumulative fullness of the stomachs into daily cumulative fullness of the stomachs by body weight of *A. agrammus*.  $\alpha$ : correction coefficient based on the relation between body weight and stomach fullness,  $\beta$ : correction coefficient based on the relation between body weight and stomach weight per unit body weight

Age (month)	Mean body weight(g)	Correction coefficient	
		$\alpha$	$\beta$
5	6.65	2.4739	2.3489
8	24.53	1.4319	1.4028
11	30.74	1.3028	1.2832
14	28.61	1.3426	1.3201
17	40.10	1.1655	1.1554
20	65.32	0.9500	0.9528
23	75.44	0.8944	0.9001
26	60.72	0.9796	0.9807
29	65.87	0.9467	0.9497
32	79.68	0.8741	0.8810
35	102.74	0.7859	0.7968
38	93.19	0.8187	0.8281
41	106.08	0.7754	0.7868
44	142.86	0.6845	0.6996
47	150.77	0.6692	0.6848
50	132.15	0.7072	0.7214
53	140.10	0.6901	0.8050

殖期の食慾減退성과 관련이 있는 것으로 생각된다. 그리고, 여름에攝食량이 적었던 것은 수溫의 상승에 따른代謝機能의低下와 관련이 있지 않나 생각된다. 수溫과 魚類의 消化酵素의 活性能力, 胃의 水素이온 濃度, 胃의 蠕動運動 等과의 關係를 分析한 研究報告에 의하면(Tyler, 1970), 수溫이 變함에 따라 魚類의 消化機能은 달라진다고 하였다.

노래미의 日間攝食량을 本研究의 方法論과 다른 方法으로 推定된 값을 서로 比較해 볼려고 하였으나, 同一種에 對한 研究例가 없어서 比較할 수 없었다. 그러나, 本魚種의 日間攝食량을 魚體重量에 對한 百分率로 나타내어 다른 魚種에 對한 研究例(Hunt, 1960; Swenson and Smith, 1973; Nakashima and Leggett, 1978)와 比較하여 본 結果, 큰 差異가 없었다. 그리고, 정어리·방어의 攝食實驗에서 日間攝食량은 體長の 2乘, 體重의 0.67乘에 比例하였다(金·孔, 1970). 이에 比해 本研究에서 日間攝食량은 全長の 1.7乘, 體重의 0.65乘에 比例하여, 두 研究 結果間에 큰 差異가 없음을 알 수 있었다.

魚體크기와 日間攝食量 間의 關係를 나타내는 關係式은 魚體크기에 따른 年平均 日間攝食량을 나타내는 것이기 때문에 同一 魚體크기에 대해 季節間 日間攝食량의 差異는 반영하지 못한다. 따라서, 어느 特定季節에서 特定魚體크기의 日間攝食량을 推定하기 위해서는 魚體크기와 日間攝食量 間의 關係式으로부터 求한 年平均 日間攝食量에서 그 魚體크기에 해당하는 年齡群의 年平均 日間積算滿腹度에 대해 그 季節의 해당 修正係數로써 補正하여야 한다.

本研究에서 提示한 魚類의 日間攝食量 推定法은 本研究의 對象魚種이었던 노래미 뿐만 아니라 魚類 胃滿腹度の 日週變化가 노래미 胃滿腹度の 日週變化와 類似한 形態를 가지는 즉, 하루 中 攝食活動은 特定時間帶에서 일어나고 胃排出 作用은 持續적으로 일어나는 魚類에게는 모두 適用될 수 있으리라 여겨진다.

### 要 約

本研究는 沿岸生物群集에서 營養段階間 物質의 流動量を 파악하기 위하여 慶尙南道 三千浦市 新樹島 沿岸에 棲息하는 노래미의 日間攝食량을 推定하는 方法과 攝食량을 推定한 것이다. 推定式은 胃滿腹度の 一週變化를 나타내는 數理모델로부터 誘導하였다.

日間攝食量은 魚類의 攝食率 또는 胃排出率에 의해서 求할 수 있었으나 攝食率보다는 胃排出率을 使用하여 推定하는 것이 더욱 理想的이었다.

胃排出率에 의한 魚體 1尾當 日間攝食량을 年齡群別로 보면, 0歲群은 1.9856g/day였고, 1歲群과 2歲群은 各各 3.4725g/day와 4.4418g/day였으며, 3歲群과 4歲群은 各各 5.8168g/day와 7.2113g/day였다. 이 日間攝食량을 魚體重量에 對한 百分率로서 나타내면, 0歲群은 9.35%, 1歲群은 6.65%, 2歲群은 5.76%, 3歲群은 4.72%, 4歲群은 5.31%였다. 따라서, 本魚種의 日間攝食량은 魚體의 體重이 增加할 수록 增加하였지만, 單位體重當 日間攝食량은 體重이 增加할 수록 減少하였다.

胃排出率에 의한 年間攝食량을 보면, 生後 0.25歲부터 1.0歲까지는 529.98g, 生後 1.0歲부터 2.0歲까지는 1,269.28g, 生後 2.0歲부터 3.0歲까지는 1,622.76g, 生後 3.0歲부터 4.0歲까지는 2,125.57g, 生後 4.0歲부터 4.5歲까지는 1,316.09g이었다. 한편, 노래미 1尾가 生後 0.25歲부터 4.5歲까지 成長하는 동안에 攝



食하는 먹이 生物의 量은 6,863.68g이었다.

胃排出率에 의한日間攝食量(D<sub>r</sub>)과 魚體의 平均全長(L) 또는 平均體重(W) 間의 關係式은 다음과 같다.

$$D_r = 0.036L^{1.702}$$

$$D_r = 0.254W^{0.664}$$

### 參 考 文 獻

- 姜龍柱·金鍾觀. 1983. 韓國沿岸淺海 生物群集의 構造와 生産. 2. 椎體에 의한 노래미(*Agrammus agrammus*)의 年齡查定, 韓水誌 16, 75~81.
- 姜龍柱·李澤烈. 1982. 釜山 동백섬 淺海에 分布하는 노래미 (*Agrammus agrammus*) 個體群의 動態, 釜山水大海研報 14, 23~36.
- 姜龍柱·陳平. 1983. 노래미, *Agrammus agrammus*의 攝食生態, 釜山水大研報 23, 1~8.
- 金基柱·孔 泳. 1977. 水産資源學. 太和出版社, 285 p.
- 金容億·明正求. 1983. 노래미의 卵發生과 孵化仔魚, 韓水誌 16, 395~400.
- 金鍾觀·姜龍柱. 1986. 釜山 동백섬 沿岸에 棲息하는 노래미, *Agrammus agrammus*의 먹이 생물. 韓水誌 19, 411~422.
- 金鍾觀·姜龍柱. 1991. 노래미, *Agrammus agrammus*의 日週攝食活動에 關한 數理的 接近. 韓水誌 24, 315~326.
- 鄭文基. 1977. 韓國魚圖譜. 一志社, 서울, 727p.
- 鄭義泳·李澤烈. 1985. 노래미, *Agrammus agrammus*(Temminck et Schlegel)의 生殖周期에 關한 研究, 釜山水大研報 25, 26~42.
- 小川良德. 1951. アイナメ科幼魚の生態觀察. 採集と飼育, 13, 81~89.
- Andersen, K. P. 1985. Some reflections on the possibility of estimating predation and digestion parameters from stomach data. Dana 5, 87~94.
- Bajkov, A. D. 1935. How to estimate the daily food consumption of fish under natural conditions. Trans. Amer. Fish. Soc. 65, 288~289.
- Cochran, P. A. 1979. comment on some recent methods for estimating food consumption by fish. J. Fish. Res. Bd. Canada 36, 1018~1020.
- Darnell, R. M. and R. R. Meierotto. 1962. Determination of feeding chronology in fishes. Trans. Amer. Fish. Soc. 91, 313~320.
- Elliott, J. M. and L. Persson. 1978. the estimation of daily rates of food consumption for fish. Journal of Animal Ecology 47, 977~991.
- Hunt, B. P. 1960. Digestion rate and food consumption of Florida gar, warmouth, and largemouth bass. Trans. Amer. Fish. Soc. 89, 206~211.
- Johnson, L. 1966. Experimental determination of food consumption of pike, *Esox lucius*, for growth and maintenance. J. Fish. Res. Bd. Canada 23, 1495~1505.
- Jordan, D. S. and E. C. Starks. 1903. A review of the fishes of Japan belonging to the family of Hexagrammidae. Proc. U. S. Nat. Mus. 26, 1003~1013.
- Kanamoto, Z. S. 1976. On the ecology of hexagrammid fish (I). Habits and behaviors of *Agrammus agrammus* and *Hexagrammos otakii*. Jap. J. Ecol. 26, 1~12. (in Japanese).
- Kanamoto, Z. S. 1977. On the ecology of hexagrammid fish(III). Niches of *Agrammus agrammus* and *Hexagrammos otakii* and the mode of life of some reef fish. Jap. J. Ecol. 27, 215~216. (in Japanese).
- Kanamoto, Z. S. 1979a. On the ecology of hexagrammid fish(IV). Mode of the distribution of *Agrammus agrammus* and *Hexagrammos otakii* and compositions abundance and food items of reef fish around the several reefs. Jap. J. Ecol. 29, 171~183. (in Japanese).
- Kanamoto, Z. S. 1979b. On the ecology of hexagrammid fish(V). Food items of distribution of *Agrammus agrammus* and *Hexagrammos otakii* sampled from different habitats around reef a some reef. Jap. J. Ecol. 29, 265~271. (in Japanese).
- Kikuchi, T. 1966. An ecological study on animal communities of the *Zostera marina* belt in Tomioka Bay, Amakusa, Kyushu. Publ. Amakusa Mar. Biol. Lab. 1, 1~106.
- Molnár, Gy. and I. Tölg. 1962. Relation between water temperature and gastric digestion of largemouth bass(*Micropterus salmoides Lacépède*). J. Fish. Res. Bd. Canada 19, 1005~1012.
- Nakashima, B. S. and W. C. Legget. 1978. Daily ration of yellow perch(*Perca flavescens*) from

- Lake Memphremagog, Quebec-Vermont, with a comparison of methods for *in situ* determinations. J. Fish. Res. Bd. Canada 35, 1597~1603.
- Pennington, M. 1985. Estimating the average food consumption by fish in the field from stomach contents data. Dana 5, 81~86.
- Peters, D. S. and D. E. Hoss. 1974. A radioisotopic method of measuring food evacuation time in fish. Trans. Amer. Fish. Soc. 3, 626~629.
- Swenson, W. A. and L. L. Smith. 1973. Gastric digestion, food consumption, feeding periodicity, and food conversion efficiency in Walleye (*stizostedion vitreum vitreum*). J. Fish. Res. Bd. Canada 31, 411~420.
- Tyler, A. V. 1970. Rates of gastric emptying in young cod. J. Fish. Res. Bd. Canada 27, 1177~1189.
- 
- 1992년 6월 8일 접수  
1992년 7월 4일 수리