

## 高水温域におけるニホンウナギのアンモニア排泄量について

誌名	静岡県水産試験場研究報告 = Bulletin of the Shizuoka Prefectural Fisheries Experiment Station
ISSN	03863484
著者	五十嵐, 保正
巻/号	22号
掲載ページ	p. 55-60
発行年月	1987年3月

静岡水試研報 (22) : 55—60, 1987  
Bull. Shizuoka Pref. Fish. Exp. Stn. (22) : 55—60, 1987

# 高水温域におけるニホンウナギの アンモニア排泄量について<sup>\*1</sup>

五十嵐 保 正<sup>\*2</sup>

Anmonia Excretory Quantity of the Japanese  
Eel, *Anguilla japonica*, under the high Water  
Temperature

Yasumasa IGARASHI

## は じ め に

近年広く普及している温室加温養鰻は、従来からの露地止水養鰻に比べ飼育水温が常時高く、また飼育密度も著しく高いため、用水の水質悪化、なかでもアンモニア態窒素（以下アンモニアと略記）、亜硝酸態窒素濃度の著しい上昇が観測されている<sup>1)</sup>。

これらは、濃度が高くなり過ぎると成長阻害、へい死原因になり得ることが知られている<sup>2,3)</sup>。

池水中に存在するアンモニア等無機態の窒素化合物は、残餌やウナギからの排泄物に由来し、特に後者の比率が大きい<sup>4)</sup>。

ニホンウナギ *Anguilla japonica*（以下ウナギと略記）のアンモニア排泄量については、牛山ら<sup>5)</sup>、千葉<sup>6)</sup>、三重県内水面水産試験場<sup>7)</sup>などの報告がある。

しかし、これらは水温25℃以下で行われたもので、温室加温養鰻の水温条件（水温25～30℃）で検討されたものがない。

そこで、著者は、ウナギのアンモニア排泄量が高水温域でどう変化するかを知る目的で飼育実験を行い2、3の知見を得たので報告する。

報告に先立ち、終始有益な御教示をいただいた東京大学水産実験所千葉健治助教授に深く感謝の意を表します。

## 材 料 と 方 法

### 1. 供試魚

1984年1月に浜名湖で採捕されたシラスウナギを水温約24℃の淡水流水で4カ月養成したもの

\*1 静岡県水産試験場浜名湖分場業績第28号

\*2 静岡県水産試験場浜名湖分場

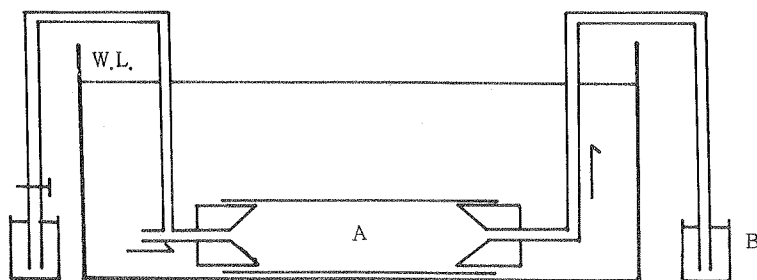
のを選別して大，中，小の各群に分けて供試した。

大型群は平均体重で 111.6～114.4g，中型群は 36.4～46.9g，小型群は 16.9～22.7g だった。

供試魚はかくれ場として直径 75mm×長さ 500mm の塩化ビニール製パイプを入れた 200t 水槽 (0.9×0.56×深さ 0.4m) に 2kg (小型群は 1kg) ずつ収容し，それぞれの水温で，フィードオイルを 5% 添加したウナギ用配合飼料を毎日飽食量給餌して 10 日間馴致飼育した。

## 2. アンモニア排泄量の測定

測定装置の模式図を第 1 図に示した。



第 1 図 アンモニア排泄量測定装置模式図  
(A:測定室, B:採水瓶)

測定室には馴致飼育でかくれ場に用いた塩化ビニール筒をそのまま使った。

アンモニア排泄量の測定は，サーモスタット付電気ヒーターおよびボイラーで水温 26, 30, 34°C ± 1°C に加温調節し，ウナギに十分給餌したあと測定室内にウナギが入っていることを確認した上で，その両端をガラス管付きゴム栓でふさぎ，測定装置内に移してサイホンを利用して測定室内に水を流した。

そして，摂餌後 1, 2, 4, 8, 12, 24, 48, 72, 96, 時間目に流入水と排水中のアンモニアをインドフェノール法で定量し，次式によって単位時間，単位重量当りのアンモニア排泄量を求めた。

$$N = \frac{(n_2 - n_1) \times S}{W}$$

N : アンモニア排泄量 (mg/kg・時)

$n_1$  : 流入水中のアンモニア濃度 (NH<sub>4</sub>-N mg/l)

$n_2$  : 排水中のアンモニア濃度 (NH<sub>4</sub>-N mg/l)

S ; 測定室内の流水量 (l/時)

W : 供試魚重量 (kg)

流水量は出入口のアンモニア濃度差が 1 mg/l 以上で，排水中の DO 飽和度が 80% 以上を保つよう調整した。

また，中型群で無給餌安静時のアンモニア排泄量を測定し飽食群と比較した。

## 結果および考察

### 1. アンモニア排泄量の経時変化

各群の供試魚数，平均体重を第 1 表に，アンモニア排泄量の測定結果を第 2, 3 表に示した。

第1表 供試魚群別の尾数と体重

項目 群	水温 (°C)	平均体重 (g)	標準偏差	総供試重量(g)	供試尾数(尾)
	30	16.9	5.2	355.6	21
	34	18.2	7.5	255.4	14
中型	26	39.1	12.5	508.3	13
	30	36.4	17.6	764.3	21
	34	37.2	17.5	482.9	13
大型	26	114.4	19.9	800.8	7
	30	111.4	16.9	779.0	7
	34	111.6	18.9	893.1	8
中型*	26	45.3	18.3	770.0	18
	30	46.9	16.4	469.4	10
	34	44.2	9.8	265.4	6

\* 無給餌魚

第2表 アンモニア排出量測定結果 (mg/kg・時)

群 水温区(°C) 経過時間(時)	小型			中型			大型			中型*		
	26	30	34	26	30	34	26	30	34	26	30	34
1	25.0	22.5	26.1	20.5	21.5	32.3	17.4	23.0	33.2	15.4	18.7	16.7
2	20.5	31.1	38.5	24.0	29.3	39.6	20.4	32.2	45.8	21.8	23.8	27.5
4	21.9	39.9	50.5	43.9	49.1	41.6	28.3	40.0	61.2	11.0	16.7	18.3
8	27.6	48.0	45.5	49.3	52.4	34.9	36.5	49.3	60.1	12.4	17.3	18.8
12	23.1	33.2	41.8	42.3	25.6	32.0	34.4	37.2	41.5	11.0	12.9	19.3
24	19.3	11.8	17.1	30.0	8.8	10.5	27.3	9.7	13.3	7.0	7.9	12.3
48	10.4	10.8	16.2	6.0	4.0	9.2	4.5	5.6	10.3	—	—	—
72	5.1	6.6	9.8	3.7	4.3	7.6	3.8	5.1	6.5	—	—	—
96	7.0	5.0	7.9	5.8	4.5	8.3	2.9	2.5	4.0	—	—	—

\* 無給餌魚

第3表 水温別のアンモニア排泄量

魚体重 (g)	水温 (°C)	アンモニア排泄量 (mg/kg・日)		(A) - (B)	(A)/(B)
		摂餌時(A) *1	安静時(B) *2		
39 ~ 45	26	743	114	629	5.5
36 ~ 47	30	458	106	352	3.3
37 ~ 44	34	532	187	345	2.9

\*1 摂餌後24時間—無給餌24時間後

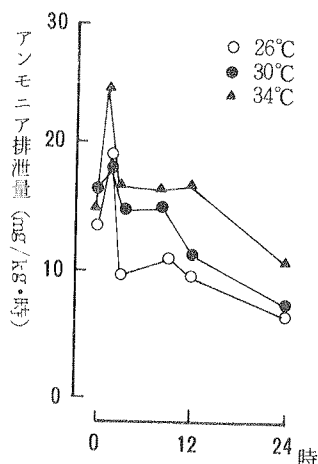
\*2 摂餌後72~96時間

摂餌魚のアンモニア排泄量の経時変化をみると、各群とも最初から無給餌魚に比べて高い値を示し、試験開始4~8時間後に最大値を観察した。

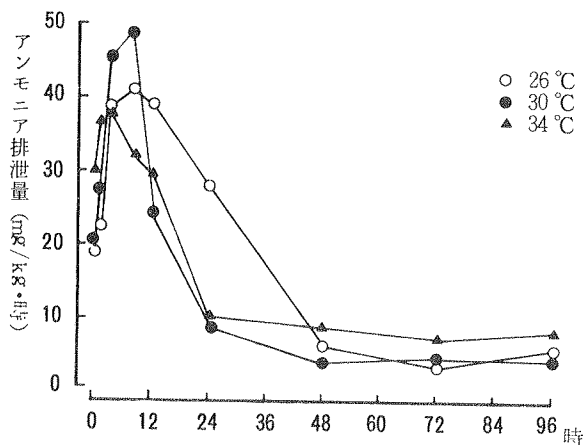
そして、それ以後排泄量は減少し、おおむね72~96時間後に最も低い値を示した。

一方、無給餌魚では、試験開始2時間後に排泄量の増加が観察されたが4時間後に減少し、以後24時間目で最も低い値を示した。

無給餌魚のアンモニア排泄量の経時変化（第2図）は摂餌魚のそれ（第3図）に比べると変化は小さいものの12時間目までは、安静時の排泄量とみられる摂餌魚の72~96時間値よりやや高目に推移している。



第2図 中型群無給餌区のアンモニア排泄量の経時変化



第3図 中型群給餌区のアンモニア排泄量の経時変化

狭い、密閉された測定室を用いて行う試験では収容時のストレスが供試魚の代謝生理に影響を与えることが知られている<sup>8)</sup>ことから、今回の無給餌魚の値は、このストレスが2時間目に強く表われ、12時間程度まで影響が残ったものと考えられる。

一方、消化管に餌が認められなくなる<sup>9)</sup>72~96時間後のアンモニア排泄量をウナギの安静時の値とすると、ウナギ1kg当りの1日のアンモニア排泄量は106~187mg/kg・日と計算された。

更に、試験開始後24時間までの摂餌に伴うアンモニア排泄量は安静時の2.9~5.5倍に増加し、測定室収容時のストレスを考慮し、安静時の基礎排泄量を差し引いた摂餌負荷排泄量は345~629mg/kg・日と計算される（第4表）。

第4表 給餌後のニホンウナギのアンモニア排泄量 (mg/kg・日)

群	時間 水温区(°C)	0~24 (摂餌時)			72~96 (安静時)		
		26	30	34	26	30	34
小	型	543	741	872	146	139	212
中	型	893	676	694	114	106	187
大	型	732	760	860	80	92	120

摂餌魚と無給餌魚のアンモニア排泄量比については、牛山ら<sup>5)</sup>が2.1~4.9倍、千葉<sup>6)</sup>が7.8~9.6倍と報告しているが、今回の値は牛山らのそれによく一致していた。

## 2. 水温とアンモニア排泄量

アンモニア排泄量の経時変化を各水温で比較すると、排泄量が最大となる時間や、その後の経過は水温によって異なっている。

まず、排泄量のピークをみると、26, 30°C 区は8時間目に現われているのに対し、34°C 区は、大型、中型、そして小型魚とも4時間目と早く現われている。

一方、ピークを過ぎてからの排泄量の減少傾向は、30, 34°C 区が24時間目にはすでに安静時の値に近づいているのに対し、26°C 区ではまだ値が高く、高濃度の排泄が続いている。

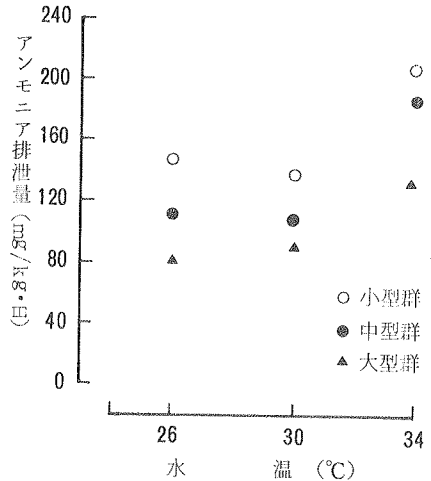
また、無給餌、摂餌魚とも、アンモニア排泄量は、高水温区でやや高い値を示しており、水温がアンモニア代謝速度に影響を与へ、高水温で機能が亢進していることがうかがえた（第4図）。

安静時のアンモニア排泄量と水温との関係について温度係数  $Q_{10}$  を計算してみると<sup>8)</sup>、水温 26~30°C で 1.35~2.09、水温 30~34°C で 1.85~4.15、そして水温 26~34°C では 1.95~2.46 と算出された。

尾崎<sup>10)</sup> は魚類の呼吸数、 $O_2$  消費量の温度係数  $Q_{10}$  は多くが 1~3 の間にあるが、限界温度に近づくと  $Q_{10}$  値は乱れ、異常に高い値を示すとしている。

また 齊藤<sup>11)</sup> はウナギの呼吸数の  $Q_{10}$  値を求め水温 30.8~34.4°C では異常に高くなると述べている。

今回得られたアンモニア排泄量の  $Q_{10}$  値は水温 30~34°C で高い値を示しており、この水温が限界温度に近いことを示しているとも考えられる。



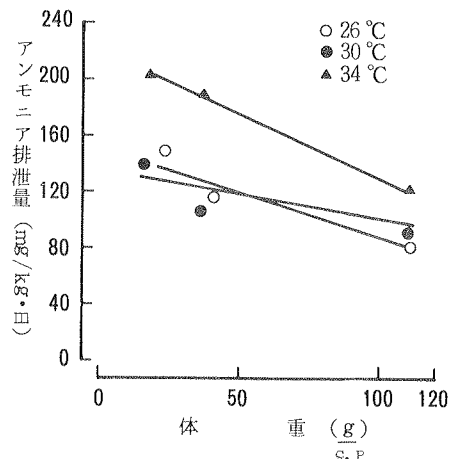
第4図 水温と安静時のアンモニア排泄量との関係

## 3. 魚体重とアンモニア排泄量

魚体重とアンモニア排泄量との関係をみると、安静時は明らかに負の相関関係がみられ（第5図）魚体重の増加に伴い、単位体重当りの排泄量は減少している。

しかし、摂餌魚のアンモニア排泄量をみると、摂餌率に大きな差がなかったためか魚体重による明瞭な差は認められなかった。

三重県内水面水試の報告<sup>12)</sup>でも、摂餌魚のアンモニア排泄量は魚体重に関係なく一定していることを見ており、今回の結果はそれとよく一致している。



第5図 魚体重と安静時のアンモニア排泄量との関係

## 要 約

ニホンウナギのアンモニア態窒素排泄量を飼育水温、魚体重を変えて測定し、次の結果を得た。

- 1) 給餌後72～96時間を経た安静時のウナギのアンモニア態窒素の排泄量は80～212mg/kg・日と推定された。
- 2) 摂餌によるアンモニア態窒素の排泄量は345～629 mg/kg・日と計算され、安静時の2.9～5.5倍となった。
- 3) 水温26～34℃の間の安静時のアンモニア態窒素排泄量は、水温の上昇に伴い増加し、この間の温度係数 $Q_{10}$ 値は1.95～2.46と計算された。
- 4) 安静時の魚体重とアンモニア態窒素排泄量との関係は魚体重が増える程減少する傾向を示した。
- 5) 摂餌魚の単位体重当りのアンモニア態窒素排泄量は、魚体重に関係なく一定の値を示した。

## 文 献

- 1) 五十嵐保正 (1985) : 施設養鰻池の水質環境調査, 養鰻研究協議会要録(14), 59-63.
- 2) 山形陽一・丹羽 誠 (1979) : 亜硝酸のウナギに対する毒性, 水産増殖, 27(1), 5-11.
- 3) 山形陽一・丹羽 誠 (1980) : 日本ウナギに対するアンモニアの急性および慢性毒性, 日水誌, 48(2), 171-176.
- 4) 千葉健治 (1980) : 水質環境と魚類の成長—Ⅵ, 温室加温養鰻池の酸素及びアンモニア態窒素の収支について, 水産増殖, 28(1), 46-55.
- 5) 牛山宗弘・上村信夫・山下一臣・阿井敬雄・野中 忠 (1978) : アンモニアからみた養鰻池の汚染負荷, 静岡水試事報 (昭和52年度), 253-256.
- 6) 千葉健治 (1980) : 水質環境と魚類の成長—Ⅴ, 温室加温養鰻池の水質と生産について, 水産増殖, 28(1), 39-45.
- 7) 三重県内水試 (1981) : 増養殖用水資源の有効利用に関する研究報告書, 111-113.
- 8) 板沢靖男 (1970) : 魚類生理 (川本信之編), 恒星社厚生閣, 東京, 56-72.
- 9) 山下一臣・渥美 敏 (1980) : ウナギの配合餌料の胃内消化速度, 養鰻飼育管理方式開発調査報告, 59-71.
- 10) 尾崎久雄 (1970) : 魚類生理学講座 (第2巻), 緑書房, 東京, 236-249.
- 11) 斎藤光雄 (1925) : 鰻の呼吸に関する研究, 水産研究誌, 20(8), 280-290.
- 12) 三重県内水試 (1984) : 養鰻用水の有効利用に関する研究報告書, 増養殖用水資源の有効利用技術開発研究, 3-15.