

## 三河湾干潟域における自由生活線虫類の生産量推定

誌名	東海区水産研究所研究報告
ISSN	00408859
著者	平川, 和正 熊田, 弘 佐々木, 克之
巻/号	125号
掲載ページ	p. 83-88
発行年月	1988年3月

## 三河湾干潟域における自由生活線虫類 の生産量推定

平川和正\*・熊田 弘・佐々木克之

### A Production Estimate of Free-living Nematodes in an Intertidal Zone of Mikawa Bay

Kazumasa HIRAKAWA, Hiroshi KUMADA and Katsuyuki SASAKI

**Abstract:** The production of free-living nematodes was roughly estimated to evaluate the meiofaunal metabolic activity in the benthic ecosystem of an intertidal zone of Mikawa Bay.

Using a value of the average biomass ( $0.38 \text{ gC/m}^2$ ) observed from this field study and values of the annual P/B (Production/Biomass) ratios obtained from the previous studies, nematode production was estimated to be at least  $3.42 \text{ gC/m}^2 \cdot \text{year}$ . This production was the same as only about 1% of primary production, about 11% of macrobenthos production, although the biomass of macrobenthos was about 50-fold as much as that of nematoda.

線虫類は一般に世界の殆どの海域に分布し、メイオベントスでは個体数で後生動物の90%以上を占め優占群となる (McIntyre, 1971)。更に、線虫類は高い増殖力と代謝速度をもつことから、上位段階の動物 (マクロベントス・魚類) の餌としての役割よりも、底質中で生産あるいは蓄積された有機物を無機化排出して生産力維持に役立たせる栄養塩再循環者として貢献していることが知られている (Platt and Warwick, 1980; Vranken and Heip, 1986参照)。したがって、潮間帯域のエネルギー収支を明らかにし、的確な生態系モデルを組み立てるうえで、線虫類が物質循環に果たす役割を解明することが極めて重要である。しかしながら、線虫類の生産分解などに関する詳細な知見は未だ充分に得られていない。本研究で対象水域となった三河湾の干潟 (面積約 500ha) では、線虫類はメイオベントス総個体数に対する割合で見ると、3月では平均83.0 (62.2~94.5) %、(平川, 熊田, 1986)、7月では平均73.3 (66.0~84.9) % (平川, 熊田, 未発表) を占め、他海域と同様にメイオベントスの最優占群となった。そこで、本研究ではこの線虫類群集が干潟生態系における物質循環にどのような機能的役割を果しているかを評価するため、まず線虫類全体の大きな生産量の推定を試みることにした。

### 材料および方法

採集は1985年3月7日および7月31日の干潮時 (11:00~13:00) に Fig. 1 に示すA線上の3地点および

1988年1月29日受理 東海区水産研究所業績 A第895号

\* (株)日本海洋生物研究所 〒142 東京都品川区豊町4丁目3番16号

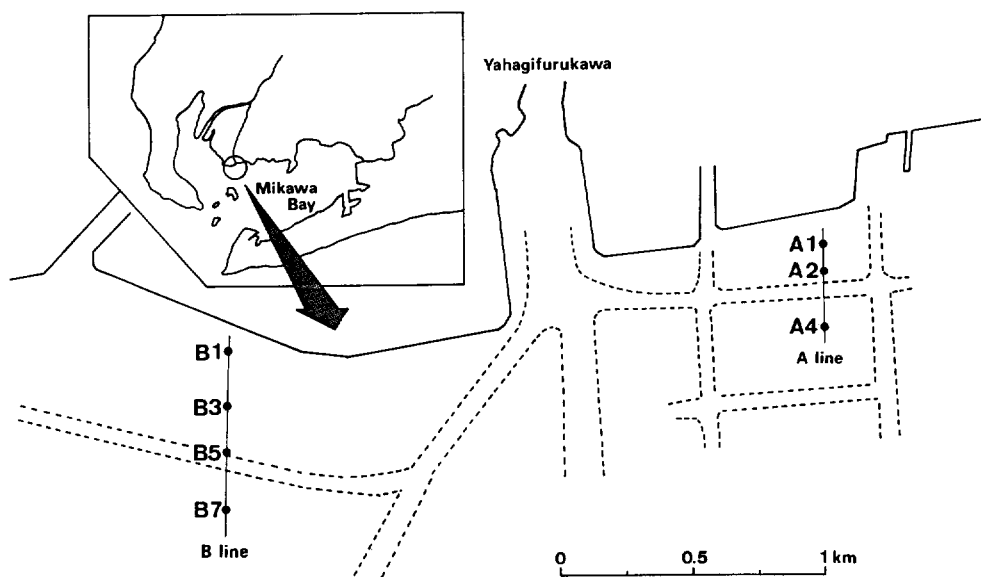


Fig. 1. Location of sampling stations in the intertidal zone of Mikawa Bay.

B線上の4地点の計7地点で実施された。採泥は内径5cm、長さ29cmのアクリル製のコアサンプラーを干潟表面から10cmまで貫入させ、その両端口をゴム栓で蓋をし砂泥を採取した。線虫類の砂泥中での鉛直分布をみるため、得られた試料を0~2cm、2~5cmおよび5~10cmの3つのコアに区分した。

試料は実験室に持ち帰り、“かきまぜ法”(山西, 1979)により、上澄みを網目67 $\mu$ mのネットで濾過し、ネット上に残った試料を約10%ホルマリン溶液で固定した。その際、線虫類を識別しやすくするため、Rose Bengal溶液で染色し、計数を行なった。

各コアにおける線虫類の全コアに対する出現割合を3月および7月の各々の地点でみると(Fig. 2)、いずれの地点でも5cm以浅に全体の約90%以上の個体が出現する鉛直分布を示したので0~5cm層の分布量をこの干潟域における線虫類の総個体数とみなし、各地点における密度および現存量を算出した。

現存量の測定に先立ち、各地点毎に0~2cm層と2~5cm層のホルマリン固定試料を均一に混合し、この試料から105~753個体の線虫を無作為に採取した。これらの試料を105°Cで恒量になるまで乾燥した後、CAHN精密電気天秤で秤量し、1個体当りの乾重量( $\mu$ g)を求め、それに分布密度を乗じ、現存量を算出した。更に、乾重量測定後、炭素含有量をCARLO ERBA社の元素分析計を用いて測定した。現存量は乾重量の他に、炭素量でも表示した。

底質の物理・化学的環境を把握するために、各地点で採集時に干潟表層の泥温を棒状水銀温度計で測定した。また、線虫類の採集に用いたコア・サンプラーと同型のサンプラーにより0~5cm層の砂泥を採取し、実験室において真空凍結乾燥し、分析ふるい法により粒度組成を調べた(Buchanan and Kain, 1971; Gray, 1981)。

## 結果および考察

3月および7月の乾重量表示による現存量は地点別にみると、各々0.21~1.64g/m<sup>2</sup>、0.30~3.11g/m<sup>2</sup>の範囲を示し、地点により約8~10倍の差異が見出されたが、各月毎の平均値でみると、3月には1.00g/m<sup>2</sup>、7月には1.14g/m<sup>2</sup>となりほぼ等しい値が得られた(Table 1)。これと同様な傾向は炭素量換算で表示さ

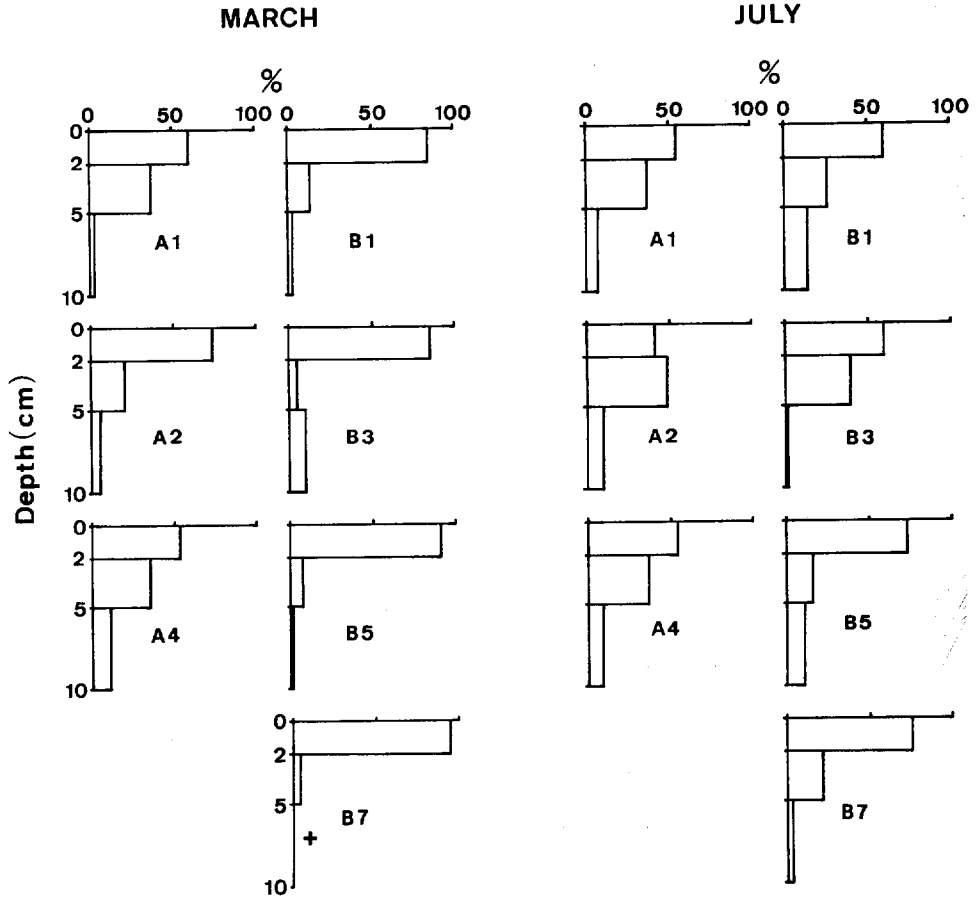


Fig. 2. Vertical distribution in relative abundance of nematodes at seven stations in March and July 1985. + : less than 1%.

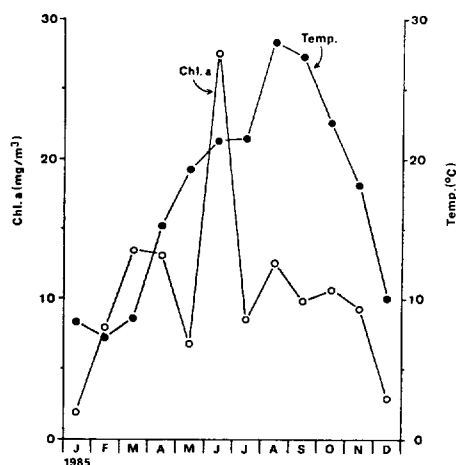
れた現存量でもみられ、3月と7月の平均現存量には大差は認められなかった（3月： $0.33\text{gC}/\text{m}^2$ 、7月： $0.42\text{gC}/\text{m}^2$ ）。subtidal zoneの浅海部ではあるが、多くの場合線虫類の密度は数100万個体/ $\text{m}^2$ であり、これは $0.2\sim 0.5\text{gC}/\text{m}^2$ の現存量を示すことから（Vranken and Heip, 1986）、我々の算出した値はこの範囲に入り妥当な値であると言えよう。

三河湾干潟の隣接水域における1985年の表層水温およびクロロフィルa量の月別変化をみると（Fig. 3）、植物プランクトン現存量は冬季から夏季にかけて、水温の上昇とともに急増し、6月に最大（ $27.6\text{mg}/\text{m}^3$ ）に達することが明らかとなった。したがって、この期間中生物生産活動は著しく増大し、水柱から海底上への有機物供給量も同じ様な傾向を示しながら増加すると考えられる。植物プランクトンに由来する有機物は線虫類の主要餌料の1つとなっている（Witte and Zijlstra, 1984）。Heip et al. (1985)は線虫類密度変化に重大な影響を与えている要因として温度と餌条件を挙げている。また、Harris (1972)によると主要な meiofauna 群の密度と水温の間には正の相関があり、最大密度は最高水温期に一致して観察された。以上の点から、夏季には早春と比べ更に高い密度および現存量が予想されるが、本研究ではその様な現象は観察されなかった。この事は、本調査域では生息環境の著しい季節的变化にもかかわらず、線虫類群集が全体としてほぼ一定の現存量を維持していることを示唆している。

そこで、 $P$  (Production)/ $B$  (Biomass) =  $R$  (この式から求められる  $P$  は現場で実際に行われている生産で

**Table 1.** Abundance and biomass of nematodes at seven stations in March and July 1985.

Date	St. No.	Sediment temp.(°C)	Silt-clay content(%)	No. of indivips. /m <sup>2</sup> (x10 <sup>7</sup> )	Average dry wt. /individ. (μg)	Carbon content (% dry wt.)	Biomass	
							g dry wt./m <sup>2</sup>	gC/m <sup>2</sup>
Mar. 7, 1985	A1	9.9	2.3	4.0	0.38	35.5	1.52	0.54
	A2	9.6	1.8	2.2	0.35	37.0	0.77	0.28
	A4	9.5	1.2	2.3	0.41	36.6	0.94	0.34
	B1	10.9	15.0	1.9	0.37	25.7	0.70	0.18
	B3	10.8	5.7	1.1	0.19	29.1	0.21	0.06
	B5	9.5	6.5	2.7	0.44	30.1	1.19	0.36
	B7	9.5	3.8	6.3	0.26	34.3	1.64	0.56
	av.	10.0	5.2	2.9	0.34	32.6	1.00	0.33
Jul. 31	A1	35.3	2.7	1.8	0.78	39.2	1.40	0.55
	A2	35.2	2.8	1.6	1.11	33.2	1.78	0.59
	A4	34.4	3.0	2.3	1.35	39.6	3.11	1.23
	B1	34.1	9.1	1.0	0.30	35.1	0.30	0.11
	B3	33.9	0.8	1.9	0.29	42.8	0.55	0.24
	B5	33.6	2.5	1.2	0.41	23.4	0.49	0.11
	B7	35.7	0.8	1.5	0.24	35.1	0.36	0.13
	av.	34.6	3.1	1.6	0.64	35.5	1.14	0.42

**Fig. 3.** Seasonal change in the surface water temperature and chlorophyll a, averaged over four stations in the neighbouring waters of this study area from January to December 1985 (from Aichi Pref., 1985, 1986).

はなくて、理想条件下における生産すなわちポテンシャルである) から線虫類のおおよその年間生産量  $P$  (gC/m<sup>2</sup>/year) を推定するため、現存量  $B$  (gC/m<sup>2</sup>)=0.38 (平均値) とした。次に、年間回転率  $R$  は、本研究では線虫類の年間世代数を測定しなかったため、Gerlach (1971) によって提案された推定値  $R=9$  を使用した。この値は、Waters(1969) によって提唱された捕食者による消費の概念に基づく一世代内での回転率 (Life cycle turnover rate) 3 と年間世代数 3 とを乗ずることによって得られた。また、産

卵期に当る種個体群の生産速度には1個体当りの総産卵数（自然対数表示）を現存量に乗ずる必要があるが、本研究ではその係数を1と仮定し計算を行なった。その結果、この干潟域における線虫類の推定生産量は  $3.42\text{gC}/\text{m}^2/\text{year}$  となる。この値は他水域から報告された生産量と比較してみると、Lynher 河口域（泥質底）で得られた  $6.6\text{gC}/\text{m}^2/\text{year}$  (Warwick and Price, 1979) より低いが、オランダの Wadden Sea の潮間帯域（砂質底）での  $2.04\text{gC}/\text{m}^2/\text{year}$  (Witte and Zijlstra, 1984) とほぼ等しいと言える。

多くの線虫類では周年を通じ連続的に産卵しているため、その年間世代数を野外観察より測定することは甚だ困難である。そのため、生活環に関する詳細かつ正確な知見を得るには室内での飼育実験が必須である。採集地点 St. B5 付近の年間平均水温は1985年では  $18.4$  ( $6.2\sim 32.0$ )  $^{\circ}\text{C}$  であったことから（愛知県水産試験場観測資料より）、これに近い水温で行なわれた12種類の飼育実験結果 (Gerlach, 1971) を参照すると、世代時間は約38日となり、年間約10世代を産すると推測される。したがって、 $R=30$  となり、Heip et al. (1982) によって指摘される如く、前述の  $R=9$  の値は過小評価している可能性が高い。もし、 $R=30$  と仮定すると、この干潟域での推定生産量は  $11.40\text{gC}/\text{m}^2/\text{year}$  となる。

この干潟域では、環境庁予算により総合的な研究が行なわれ、近くまとめが報告されるが、底質の生物の現存量はほとんどマクロベントスで占められ  $5\text{gN}/\text{m}^2$  であり、 $C/N=4$  とすると  $20\text{gC}/\text{m}^2$  であり、線虫類 ( $0.38\text{gC}/\text{m}^2$ ) はその1.9%で小さい割合である。植物プランクトンと付着藻類による1次生産は約  $1\text{gC}/\text{m}^2\cdot\text{day}$  と見積られているので線虫類による生産量 ( $0.01\text{gC}/\text{m}^2\cdot\text{day}$ ) は約1%となる。マクロベントスの生産量は  $0.09\text{gC}/\text{m}^2\cdot\text{day}$  と見積られており、線虫類の生産量はその11%にあたり、現存量に比べ大きな割合となる。底質中の循環量は  $0.49\text{gC}/\text{m}^2\cdot\text{day}$  と見積られたが、この中で果す線虫類の役割の解明は今後の課題である。

一般に砂質底では線虫類の生息密度は泥質底と比較し低いことが知られており (Platt and Warwick, 1980 参照)、同様にその生産性も低いと考えられがちである。しかしながら、本調査域は泥分含有量の少ない砂質底とみなされるにもかかわらず (Table 1)、泥質底に匹敵する高い生産量 ( $3\sim 11\text{gC}/\text{m}^2/\text{year}$ ) は、三河湾干潟域における線虫類の生産が必ずしも粒度組成からみた底質条件だけでなく、他の環境要因、例えば富栄養化した湾内水からの餌となる懸濁態有機物の供給などにも依存しているかも知れない。この様な事は線虫類の表層集中分布および non-selective deposit feeders (例えば *Sabatieria* および *Paramonohystra* 属) の卓越からも示唆されよう (平川, 熊田, 1986)。

## 要 約

1. 主要メイオベントス群である線虫類の生産量を野外調査により推定するため、1985年3月および7月干潮時に失作古川河口域の7地点において、内径5cmのコア・サンプラーによる採泥を行なった。
2. 線虫類の総個体数の鉛直分布から、各地点ともその約90%以上（全砂泥柱当り）が干潟表面から5cmに観察された。
3. 線虫類の現存量（0～5cm層）は3月では平均  $1.00\text{g dry wt}/\text{m}^2$ ,  $0.33\text{gC}/\text{m}^2$ 、一方7月では平均  $1.14\text{g dry wt}/\text{m}^2$ ,  $0.42\text{gC}/\text{m}^2$  を示し、季節による差異は見出されなかった。
4.  $P/B=R$ （年間回転率）から、線虫類の生産量は少なくとも  $3.42\text{gC}/\text{m}^2\cdot\text{year}$  であると見積もられた。
5. 干潟域底質中の生物現存量に占める線虫類の割合は1.9%と小さいが、生産量はマクロベントスのその約11%と見積られ、干潟域における役割は小さくないであろう。
6. 線虫類の生産は必ずしも粒度組成だけでなくその他の環境要因、例えば水柱で生産された懸濁態有機物の供給にも影響されるのであろう。

## 謝 辞

本稿をまとめるにあたり三河湾における貴重な水質調査資料の提供を頂いた愛知県公害調査センター主任

研究員田中庸央氏に対し厚くお礼申し上げます。また、東京大学海洋研究所助手白山義久博士には海産線虫類の生態に関して数々の有益な御助言を賜ったことを、ここに謹んで感謝する。本研究の一部は「潮間帯周辺海域における浄化機能と生物生産に関する研究」(環境庁一括計上予算, 昭和57~61年度)によって行なわれた。

## 文 献

- 愛知県環境部, 1985: 昭和59年度公共用水域水質調査結果(資料編), 233pp.
- 愛知県環境部, 1986: 昭和60年度公共用水域水質調査結果(資料編), 231pp.
- BUCHANAN, J. B. and KAIN, J. M., 1971: Measurement of the physical and chemical environment. In: *Methods for the study of marine benthos* (Holme, N. A. and McIntyre, A. D., ed.), 30-58, Blackwell Sci. Publ., Oxford and Edinburgh.
- GERLACH, S. A., 1971: On the importance of marine meiofauna for benthos communities. *Oecologia* (Berl.), 6, 176-190.
- GRAY, J. S., 1981: *The ecology of marine Sediments*, 185pp. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- HARRIS, R. P., 1972: Seasonal changes in the meiofauna population of an intertidal sand beach. *J. mar. Ass. U. K.*, 52, 389-403.
- HEIP, C., VINCX, M. and VRAGEN, G., 1985: The ecology of marine nematodes. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 23, 399-489.
- HEIP, C., VINCX, M., SMOL, N. and VRANKEN, G., 1982: The systematics and ecology of free-living marine nematodes. *Helminth. Abstr.*, Ser. B, 51, 1-31.
- 平川和正・熊田 弘, 1986: 1985年春季の三河湾干潟域におけるメイオベントスの分布性状. 東海水研報, No. 119, 57-64.
- MCINTYRE, A. D., 1971: Observations on the status of subtidal meiofauna research. *Proceedings of the First International Conference on Meiofauna* (Hulings, N. C., ed.), *Smithson. Contr. Zool.*, No. 76, 149-154.
- PLATT, H. M. and WARWICK, R. M., 1980: The significance of free-living nematodes to the Littoral ecosystem. In: *The shore environment* (Price, J. H., Irvine, D. E. G. and Farnham, W. F., ed.), 2, 729-759, Academic Press, London and New York.
- VRANKEN, G. and HEIP, C., 1986: The productivity of marine nematodes. *Ophelia*, 26, 429-442.
- WARWICK, R. M. and PRAIS, R., 1979: Ecological and metabolic studies on free-living nematodes from an estuarine mud-flat. *Estuar. Coast. Mar. Sci.*, 9, 257-271.
- WATERS, T. F., 1969: The turnover ratio in production ecology of freshwater invertebrates. *Am. Nat.*, 103, 173-185.
- WITTE, J. IJ. and ZIJLSTRA, J. J., 1984: The meiofauna of a tidal flat in the western part of Wadden Sea and its role in the benthic ecosystem. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 14, 129-138.
- 山西良平, 1979: かきませ法によるメイオベントス抽出の効率, ベントス研究会連絡誌, 17/18, 52-58.