

アカニシの成長にともなう重金属含量の変化について

誌名	日本水産學會誌
ISSN	00215392
著者	熊谷, 洋 佐伯, 清子
巻/号	49巻12号
掲載ページ	p. 1917-1920
発行年月	1983年12月

アカニシの成長にともなう重金属含量の変化について^{*1}

熊谷 洋・佐伯 清子

(昭和 1983 年 4 月 9 日受理)

The Variations with Growth in Heavy Metal Contents of Rock Shell

Hiroshi KUMAGAI and Kiyoko SAEKI^{*2}

In order to elucidate how the heavy metal content of rock shell *Rapana thomasiana* varies with its growth, the contents of 9 kinds of metals, i.e., Cadmium (Cd), Lead (Pb), Copper (Cu), Zinc (Zn), Manganese (Mn), Nickel (Ni), Cobalt (Co), Chromium (Cr), and Arsenic (As) in the muscular portion were determined by atomic absorption spectrophotometry and colorimetry after wet digestion. The rock shell, a carnivorous shell, was obtained in Yamaguchi Bay in Yamaguchi Prefecture in June, 1982. The contents of Cd, Co, Cr, and As increased linearly with growth. The regression equations between the metal content y ppm and the shell height x mm were as follows: $y=3.0 \times 10^{-4}x+0.03$ for Cd, $y=4.8 \times 10^{-4}x+0.12$ for Co, $y=2.3 \times 10^{-4}x+0.048$ for Cr, and $y=5.5 \times 10^{-2}x-0.096$ for As. On the other hand, only Cu content increased exponentially with growth, with a regression equation of $y=10^{2.8 \times 10^{-3}x+0.13}$. The contents of Pb, Zn, Mn, and Ni were nearly invariable regardless of the growth, although each level varied with metal species. The contents of Cu and As were higher in rock shell than in short-neck clams, a plankton-feeding shell, inhabiting Yamaguchi Bay and its surrounding waters; whereas the contents of Cd, Mn, Ni, Co, and Cr were lower in the former than in the latter. The contents of Pb and Zn in rock shell were as high as those in short-neck clams. These findings suggest that the bioaccumulation of heavy metals depends on specific metals rather than the place on food chain web where the animal is located, and the metal contents are not necessarily higher in predator than in the prey.

先に著者らは、アカニシ *Rapana thomasiana* の成長にともなう水銀含量の変化を調べた。¹⁾ その結果、アカニシの水銀含量はある成長段階までは増大するが、その後急激に減少することを認めた。そこで今回は水銀以外の重金属、すなわち、カドミウム (Cd)、鉛 (Pb)、銅 (Cu)、亜鉛 (Zn)、マンガン (Mn)、ニッケル (Ni)、コバルト (Co)、クロム (Cr) およびヒ素 (As) では含量がどのように変化するかを調べ、重金属の種類による変化の異同を吟味した。同時に、肉食性であるアカニシとプランクトンフィーダーであるアサリについて、重金属含量のレベルを比較した。得られた結果をここに報告する。

実験方法

実験材料および試料調製法 実験に用いたアカニシおよび試料の調製法は、先に報告した水銀の研究で用いたそれと同一である。¹⁾ すなわち、山口県の山口湾で 1982 年 6 月に採取した殻高 50 mm から 165 mm のアカニシの筋肉部だけを用い、Table 1 に示すように殻高により 11 段階に選別した。ただし、殻高が 50 mm 未

満のものおよび内臓部は試料量が少ないため除いた。また、アサリについては先に著者らが報告したもので、山口湾およびその周辺で採取し、重金属分析法はアカニシのそれと同じである。²⁾

重金属分析法 試料 10 g から 30 g を硫酸で湿式灰化した後、水で 100 ml に定容とし検液を作製した。

Table 1. Description of rock shells examined

Class	Number	Shell height*	Shell diameter*
1	9	55±5	39±3
2	23	65±2	46±3
3	11	75±1	54±2
4	7	84±2	60±4
5	4	94±4	72±2
6	4	104±4	75±5
7	4	117±2	93±10
8	4	127±1	92±5
9	4	133±2	95±4
10	3	141±1	105±10
11	2	163±3	117±3

* Mean±standard deviation.

^{*1} 本報告の要旨は昭和 58 年度日本水産学会春季大会 (1983 年 4 月・東京) において発表した。

^{*2} 山口県衛生研究所 (Yamaguchi Prefectural Research Institute of Health., Aoi, Yamaguchi 753, Japan).

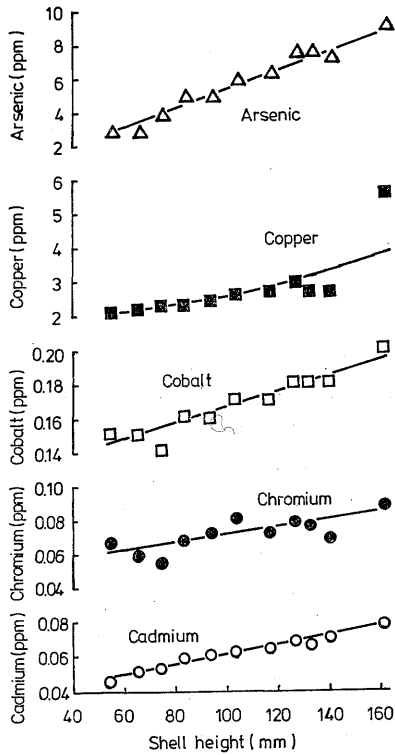


Fig. 1. Relation of arsenic, copper, cobalt, chromium, and cadmium contents in the muscular portion to shell height of rock shell.

As は検液の一部をとって Gutzeit 法により⁸⁾, Cd, Pb, Cu, Zn, Mn, Ni, Co および Cr は検液の一部を蒸発乾固した後、希硫酸溶液とし直接原子吸光法によりそれぞれ求めた。⁹⁾

結果および考察

Cd, Cu, Co, Cr および As 成長にともなう Cd, Cu, Co, Cr および As 含量の変化を Fig. 1 に示す。成長にともなう Cd 含量は 0.044 ppm から 0.080 ppm へ, Cu 含量は 2.1 ppm から 5.6 ppm へ, Co 含量は 0.14 ppm から 0.20 ppm へ, Cr 含量は 0.055 ppm から 0.089 ppm へ, As 含量は 3.0 ppm から 8.9 ppm へとそれぞれ増大した。この図にみられるように, Cu が指数関数的に増大したほかはすべて直線的に増大した。すなわち, 殻高 (x mm) と各重金属含量 (y ppm) との間には, Cu で $y=10^{2.8 \times 10^{-8}x+0.13}$ ($r=0.822$), Cd で $y=3.0 \times 10^{-4}x+0.03$ ($r=0.985$), Co で $y=4.8 \times 10^{-4}x+0.12$ ($r=0.950$), Cr で $y=2.3 \times 10^{-4}x+0.048$ ($r=0.781$), As で $y=5.5 \times 10^{-2}x-0.096$ ($r=0.980$) の関係式がそれぞれ得られた。成長にともなうその含量が増大するこれら 5 金属には, 生物に必須の金属もあれば

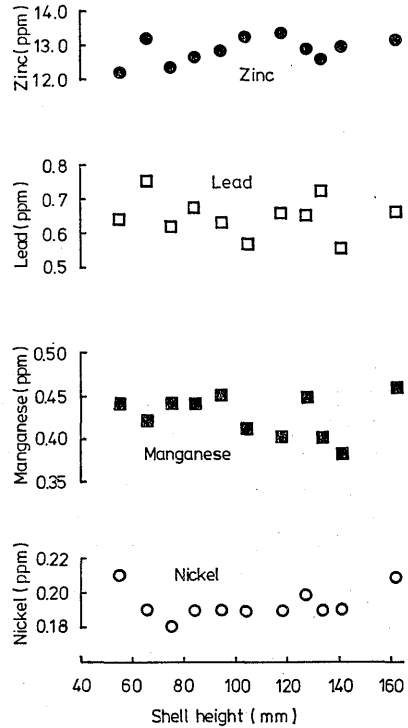


Fig. 2. Relation of zinc, lead, manganese, and nickel contents in the muscular portion to shell height of rock shell.

必須でない金属もある。^{4,5)} このアカニシにおける結果は, 先に著者らがアサリにおいて認めた結果と異なる。^{6,7)} すなわち, アカニシにおいては, 成長にともなうその含量が増大する理由がアサリの場合のように必須の金属であるのか, ないのかによるのではなく, 他に要因があることを示唆する。このことは, 貝の種類は異なるが, 上村の研究結果からも推察できる。⁸⁾ すなわち, 上村は養殖ホタテ貝の Cd, Cu および Zn, 養殖カキおよび天然アワビの水銀についてそれぞれ成長との関係を調べている。その結果, 必須の金属であるか否かにかかわらず, すべての金属に成長にともなう含量の増大を認めている。

Pb, Zn, Mn および Ni 成長にともなう Pb, Zn, Mn および Ni 含量の変化を Fig. 2 に示す。これら 4 金属は金属の種類によってその含量レベルに差はあるが, 成長に関係なくほぼ一定の含量を示す。すなわち, 各金属の含量は Pb で 0.65 ± 0.06 ppm, Zn で 12.9 ± 0.4 ppm, Mn で 0.43 ± 0.03 ppm および Ni で 0.19 ± 0.01 ppm であった。4 金属のうち Zn, Mn および Ni は必須の金属であるが Pb は必須の金属でない。したがって, これら 4 金属が成長に関係なくほぼ一定値を示す理由を, 先に報告したアサリにおいてみられたような必

須の金属がもつ巨常機構の働きの面からは説明できない。^{8,7)}何か他に生理的要因があるのであろう。このことは、前述の Cd, Cu, Co, Cr および As の場合と同じである。

これまで、貝類の成長と重金属含量との関係を調べた研究は少ない。⁷⁻¹¹⁾ 重金属のうち、水銀については貝の種類や研究者による差はほとんどなく、一部を除き、^{1,11)} ほぼ成長にともなってその含量の増大が認められている。⁷⁻¹⁰⁾ これに対し、他の重金属では貝の種類や金属の種類によって、成長にともなう含量変化にいろいろなパターンがみられる。^{7,8,11)} 例えば、LYTLE らはカキの成長と水銀、Cd, Cu, Zn, As, 鉄およびセレン含量との関係を調べ、鉄およびセレンにのみ成長にともなう含量の減少を認め、他の5金属含量については成長と何ら相関のないことを報告している。¹¹⁾ また 著者らの結果でもアサリとアカニシとでは水銀、Pb, Cu, Co, Mn, Ni および Cr において成長にともなう重金属含量変化のパターンが異なった。上述のことは貝類だけでなく魚類においても認められている。¹²⁻¹⁵⁾ これらのことは、水生動物の成長にともなう重金属含量の変化のパターンには固定化した傾向はなく、その変化のパターンは動物の種類および金属の種類によって大きく異なることを示唆する。

ところで アカニシは肉食性の貝であり、事実、著者らが干潟で採取したアカニシの多くはアサリを捕食していた。一方 アサリはプランクトンフィーダーである。したがって、食物連鎖の上ではアカニシはアサリより上位であり、食物連鎖による重金属の生物濃縮¹⁶⁾が考えられる。事実、先に報告した水銀ではアカニシの方がアサリより高い含量レベルを示した。¹⁾ そこで、他の重金属も水銀の場合と同じかどうかを知るため、アカニシの重金属含量レベルと山口湾および同湾周辺で採取したアサリの重金属含量レベルを比較した。アサリの重金属含量レベルは Cd で 0.15 ± 0.02 ppm, Pb で 0.70 ± 0.13 ppm, Cu で 1.2 ± 0.1 ppm, Zn で 12.4 ± 1.3 ppm, Mn で 1.8 ± 0.5 ppm, Ni, で 0.42 ± 0.10 ppm, Co で 0.24 ± 0.02 ppm, Cr で 0.14 ± 0.04 ppm および As で 2.7 ± 1.1 ppm であった。¹⁾ このアサリの結果とアカニシの結果から、Cu および As では水銀と同じようにアカニシの方がアサリより高含量レベルを示し、Cd, Mn, Ni, Cr および Co では逆にアサリの方がアカニシより高含量レベルを示すことがわかった。また、Pb および Zn ではアカニシとアサリとがほぼ同レベルの含量を示すことがわかった。これらの結果から、たとえ食物連鎖において上位であっても、金属の種類によっては生物濃縮されない金属もあることがわかる。アカニシとアサリを比較した場合、むしろ食物連鎖で下位のアサリの方に上位

のアカニシよりその含量が高い金属が多かった。このことは、先に著者らが報告した魚類の養殖トラフグと餌料のマイワシとの間においても認められた。¹²⁾ これらのことは、重金属の水生動物による生物濃縮には食物連鎖系よりもむしろ金属の種類が大きく影響することを示唆する。

要 約

山口県の山口湾で1982年6月に採取したアカニシの成長にともなう重金属 (Cd, Pb, Cu, Zn, Mn, Ni, Co, Cr および As) 含量の変化を調べると同時に、この肉食性のアカニシと山口湾およびその周辺で採取したプランクトンフィーダーであるアサリについて重金属の含量レベルを比較し、次の結果を得た。

成長にともなう重金属含量の変化には Cd, Cu, Co, Cr および As 含量のように成長にともなって増大するものと、Pb, Zn, Mn および Ni 含量のように成長に関係なくほぼ一定値を示すものとの2つのパターンが認められた。

アカニシの重金属含量とアサリの重金属含量とを比較した結果 Cu および As ではアサリよりアカニシの方が Cd, Mn, Ni, Co および Cr では逆にアカニシよりアサリの方がそれぞれ高い含量レベルを示し、Zn および Pb ではアカニシとアサリとに差はなくほぼ同レベルの含量がみられた。

終わりに臨み、本研究の機会を与えられた当研究所長田中一成博士に謝意を表するとともに とりまとめに御助言を賜りました水産大学教授田川昭治博士に深謝いたします。

文 献

- 1) H. KUMAGAI and K. SAEKI: *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, **41**, 1613 (1983).
- 2) 熊谷 洋・佐伯清子: 日水誌, **48**, 837-841 (1982).
- 3) 日本薬学会編: 衛生試験法・注解 (1980年度版), 金原出版株式会社, 東京, 1980, pp. 2-57.
- 4) 和田 攻: ぶんせき, 3月号, 150-156 (1977).
- 5) 蟹沢成好: 食衛誌, **12**, 423-434 (1971).
- 6) 熊谷 洋・佐伯清子: 日水誌, **46**, 851-854 (1980).
- 7) 熊谷 洋・佐伯清子: 日水誌, **47**, 1511-1513 (1981).
- 8) 上村俊一: 日水誌, **46**, 79-82 (1980).
- 9) A. RENZONI and E. BACCI: *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, **15**, 366-373 (1976).
- 10) 上田 正・武田道夫: 日水誌, **45**, 763-769 (1979).
- 11) T. F. LYTLE and J. S. LYTLE: *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, **29**, 50-57 (1982).

- 12) 熊谷 洋・佐伯清子: 日水誌, **49**, 1253-1256 (1983).
- 13) F. A. CROSS, L. H. HARDY, N. Y. JONES, and R. T. BARBER: *J. Fish. Res. Bd. Can.*, **30**, 1287-1291 (1973).
- 14) 西垣 進・田村行弘・真木俊夫・山田 洋・嶋村保洋・落合節子・木村康夫: 東京衛研年報, **25**, 235-239 (1974).
- 15) 西垣 進・田村行弘・真木俊夫・山田 洋・嶋村保洋・木村康夫: 東京衛研年報, **25**, 241-244 (1974).
- 16) 藤田昌彦・井村伸正・早津彦哉・武田 寧・山田 隆・渡辺 烈: 生体濃縮, 講談社, 東京, 1977, pp. 19-22.