

大気汚染に由来する環境汚染物質の 陸生節足動物に及ぼす影響

1. ある工業汚染地における陸生節足動物の虫体重金属濃度*

山本英穂**・柳川正男**・山崎正敏**
杉泰昭**・杉妙子**

1. はじめに

環境汚染物質が自然界の動・植物に及ぼす影響に関しては、農作物、家畜あるいは水産生物ではよく調査、研究されているが、資源として利用されることの少ない野生の動・植物に関しては、特定のもの以外では調査例が少なく、汚染物質の自然環境への影響に関する具体的な例証は十分でない。しかし、自然界における汚染物質の循環、あるいは自然環境の保全という立場からは、生態系汚染の進行およびその経過をチェックする必要がある。

したがって、人間の健康とは直接的なかわりはないとしても、汚染物質が野性の動・植物に及ぼす影響に関する情報を集積することが要求される。このような観点から、工業汚染の著しい福岡県大牟田市において、特に大気汚染に由来する環境汚染物質が陸上の自然環境構成員としての陸生節足動物に及ぼす影響を、それら動物の個体、個体群、群集の各レベルで調査した。

その第1報である本報および次報では、この課題への個体レベルでのアプローチの一つとして、生活型の異なる数種の陸生節足動物について、重金属の体内蓄積を汚染地と非汚染地との間で比較するとともに、虫体内と環境との間の重金属濃度の関係を動物種ごとの生態的特性を考慮しながら検討した。なお、本研究は環境庁による国立機関公害防止等試験・研究のうち“微量汚染物質の酵素活性に与える影響の解明に関する研究”（国立予防衛生研究所、衛生昆虫部担当）にかかる昭和51、52年度研究協力および昭和53年度研究協力の一部として実施した。

集地点のうち、唐船および深倉は昭和45年度厚生省指定によるカドミウム汚染要観察地域内である。被検節足動物は汚染地およびバックグラウンド調査地域の両方で普通に分布し、かつ採集が容易で、重金属分析操作に必要な量を確保することが可能なことを条件として、3つの生活型別に以下のとおり選定した。

完全な土壌生活をする節足動物：終土壌生活をし、腐朽植物質を食餌とするオカダンゴムシ *Armadillidium vulgare* (Latreille) (甲殻綱, 等脚目) を対象とした。1978年6～7月間に大牟田市深倉および延命公園、また太宰府町では吉松および大佐野において採集、同虫の生

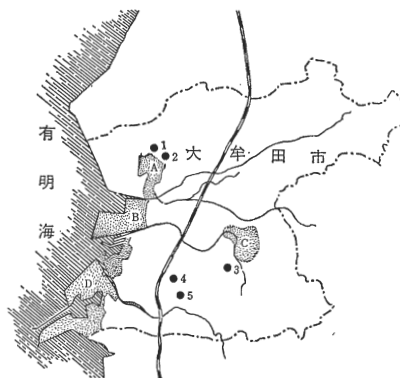


図1 大牟田市における材料採取地点

黒丸：材料採取地点 1. 深倉, 2. 唐船, 3. 宮の浦, 4. 不知火, 5. 延命公園
点刻部：工場群の位置 (福岡県¹⁾の資料による) A. 銀水工場群, B. 横須工場群, C. 大浦工場群, D. 三川・四山工場群

2. 材料および方法

2・1 被検材料および採取場所

汚染地材料は大牟田市内の各所 (図1) から、バックグラウンドとしての非汚染地材料は筑紫郡太宰府町内の数地点から採集した。図1に示した大牟田市内の材料採

* Effects of air-borne pollutants on terrestrial arthropods in field. 1. Levels of heavy metals determined in the terrestrial arthropods of a contaminated area.

** Hideho YAMAMOTO, Masao YANAGAWA, Masatoshi YAMASAKI, Yasuaki SUGI & Taeko SUGI (福岡県衛生公害センター) Fukuoka Environmental Research Center.

息環境を測定する材料として生息箇所の表層土および刈草堆積の腐朽部を同時に採取した。

半土壌生活をする節足動物：長期間の幼虫期を土中で生活し、成虫期は食葉性自由生活者となるコガネムシ科の甲虫2種、ドウガネブイブイ *Anomala cuprea* Hope およびアオドウガネ *Anomala albopilosa* Hope (昆虫綱、鞘翅目) を対象とした。1976年7～8月に大牟田市延命公園および太宰府町大佐野および向佐野で、また1978年7～9月間に大牟田市唐船において採集した。

食葉性節足動物：幼虫期食葉性で、♂は成虫期自由生活者となるが、♀は終生樹上生活者であるオオミノガ *Clania variegata* Snellen (昆虫綱、鱗翅目) を対象とし、その越冬幼虫を1976年12月と1977年2月とに大牟田市唐船、不知火、宮の浦、延命公園および太宰府

表1 オオミノガ越冬幼虫被検試料明細

地域	地点	宿主植物	試料数		
			♂	♀	計
大牟田	唐船	PSP	2(40)*	3(28)	5(68)
		PM	1(7)	1(4)	2(11)
		DK	1(31)	4(41)	5(72)
		CC	1(11)	3(20)	4(31)
		DR	1(9)	1(11)	2(20)
	宮の浦	PSP	1(33)	1(20)	2(53)
		DK	1(22)	3(27)	4(49)
		RP	1(38)	3(30)	4(68)
		SB		1(7)	1(7)
		NI		2(16)	2(16)
不知火	PSP	2(26)	4(32)	6(58)	
	PLSP	3(73)	9(74)	12(147)	
	RP	1(35)	1(5)	2(40)	
延命	CC		4(26)	4(26)	
計	9種	15(325)	40(341)	55(666)	
太宰府	水城	PM	1(15)	1(19)	2(34)
		DK	1(11)	2(22)	3(33)
		QA	1(41)	3(38)	4(79)
	向佐野	PSP	1(37)	1(25)	2(62)
		DK	2(86)	4(86)	6(172)
		MJ		1(8)	1(8)
		AS		1(21)	1(21)
	計	6種	6(190)	13(219)	19(409)

宿主植物略号：AS=*Acer saccharum* Marsh. サトウカエデ、CC=*Cinnamomum Camphora* Sieb. クスノキ、DK=*Diospyros Kaki* Thunb. カキ、DR=*Distylium racemosum* Sieb. et Zucc. イスノキ、MJ=*Mallotus japonicus* Muell. Arg. アカメガシワ、NI=*Nerium indicum* Mill. キョウチクトウ、PLSP=*Platanus* sp. ブラタナスの一種、PM=*Prunus Mume* Sieb. et Zucc. ウメ、PSP=*Prunus* sp. 桜の一種、QA=*Quercus acutissima* Carruth. クスギ、RP=*Robinia pseudo-Akashia* L. ハリエンジュ、SB=*Salix babylonica* L. シダレヤナギ

* () 内の数値は全試料の個体数合計

町向佐野および水城において採集した。

上記の各種材料のうち、オオミノガ幼虫の被検試料は試料数および個体数を宿主植物別にまとめて表1に、オカダンゴムシの被検試料は個体数を表2に、またドウガネブイブイおよびアオドウガネの被検試料は試料数および個体数を表3に示した。

2.2 採集方法

オカダンゴムシ：空地、路傍の落葉、刈草等の堆積物を除去し、その下に生息するものを吸虫管を用いて採取した。

腐朽植物質および表層土：オカダンゴムシ生息箇所の刈草、落葉等の堆積物の最下層部から原形を留める腐朽植物質（以下腐植質と呼ぶ）を採取し、表層土は地表から5cmの深さまでを適量採取した。

ドウガネブイブイおよびアオドウガネ：夜間、ライトトラップ(野沢 NH-3 型)を用いて捕獲するか、街燈に飛来したものを捕虫網で捕獲した。

オオミノガ幼虫：冬季宿主植物の枝に固着休眠中のものをみのごと切り取った。

2.3 試料作製と前処理

オカダンゴムシ：野外で採集した生虫を採集地点別に約200個体ずつ、細折したる紙片とともにガラスポットに入れ、25℃飼育室内で2週間飼育した。ガラスポットは蒸留水を満たしたバットに置き、下端をバット内の水と接触させて常に湿潤するようにしたガーゼでおおった。飼育期間中は給餌せず、飼育虫の消化管内容物をできるだけ排出させた。また、この間における排泄物、脱皮殻また死亡虫体の生虫による再摂食をできるだけ防ぐため、ポットおよびろ紙片は毎日交換した。この飼育期間ののち、生虫をエーテルで殺し、Snodgrass²⁾に従って、解剖顕微鏡下で第2腹肢の形態(図2)によって♂

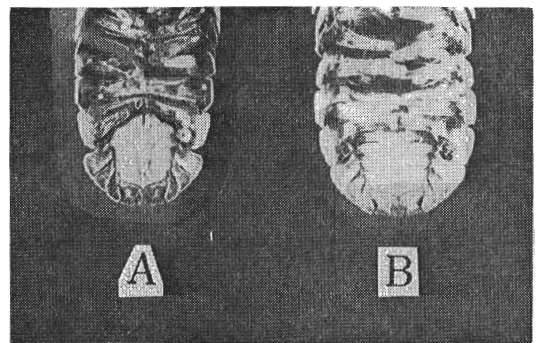


図2 オカダンゴムシの腹肢

A ♂, B ♀

♀に分け、採集地点別、性別に別試料として分析時まで保存した。

腐植質：採集物は原形を留める雑多な腐朽植物体と表層土の混合物であったが、腐朽植物体は微細な土砂粒が付着した状態でオカダンゴムシに摂食される点を考慮し、植物質と土砂とを完全に分離しない状態で分析試料とした。採取した堆積物は大型ベルレーゼ装置にかけ、48時間照明、可能なかぎり混在する小動物を駆逐、さらに2週間風乾したのち、細切、分析用篩（2 mm メッシュ）でふるって遊離した土砂粒を落とし、篩上に残った植物質を数箇所から少量ずつ任意抽出したものをプールして1試料とした。

表層土：採取後2週間風乾、分析用篩（1 mm メッシュ）を通過させた風乾細土を四分法で縮分、その一部約100gを分析用試料として保存した。

ドウガネブイブイおよびアオドウガネ：捕獲した生虫を飼育室（25℃、70%RH 条件）内で5%庶糖水を与え10日間飼育、採集時消化管内に残存する食葉を排出させたのち、エーテルで殺し、採集場所別に、性別にあるいは♂♀混合で生重10g前後になるようにプールしたものを1試料とした。♂♀の区別は、森本（未発表資料）に従って前脚附節爪の形態（図3）によった。

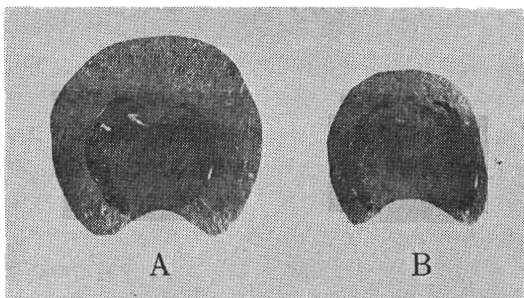


図3 アオドウガネの前脚附節爪
A ♂, B ♀

オオミノガ幼虫：消化管内容物を排出させるための室内飼育を省くため、越冬幼虫を用いた。みのごと採取した幼虫は、みのを切開して虫体を摘出、三枝（私信）に基づき、みの内面の構造および虫体頭部の色彩・斑紋によって♂♀を識別、採集地点、宿主植物、性別に生重10g前後をプールしたものを1試料とした。

虫体材料の洗浄：すべての虫体材料は生重秤量後、1試料ずつ次の方法で洗浄した。0.2%中性洗剤（ファミリー）水溶液中に、時々かくはんしながら、15分間浸漬したのち、30分水洗、脱イオン水で洗浄、ろ紙上に広げて水滴を除去した。

検体の保存：虫体材料は洗浄後1試料ずつ硝酸処理し

たサンプルびんに密封、分析時まで-20℃冷凍庫に凍結保存した。腐植質および表層土の風乾材料は1試料ずつクラフト紙袋に収納、室温で保存した。

2.4 重金属の測定

虫体材料はすべて60℃、24時間乾燥後、また腐植質および表層土の材料は保存材料からさらにその一部（約5g）を抽出、105℃、24時間乾燥後、デシケーター中で放冷、乾重を精秤した。全材料とも、濃硝酸および過塩素酸により分解、原子吸光法により、Cd、Cu、Zn および Pb を測定した。Cu および Zn の測定では、分解液の適当濃度希釈液の直接噴霧法（D₂補正）を用い、Cd および Pb の測定では、JIS 法³⁾に準じて、分解液を DDTC-n・ブチルアセテートにより抽出、有機層の Cd、Pb を測定した。測定器は島津 AA-610S、測定条件は Cu、Zn 測定時では空気-C₂H₂ 流量 10-2.5l/分、バーナーハイト 5.0mm；Cd および Pb 測定時では空気-C₂H₂ 流量 10-1.25l/分、バーナーハイト 8.0mm であった。

3. 成績

3.1 オカダンゴムシ虫体および生息環境の Cd、Cu、Zn および Pb の濃度

測定値は表2に示したとおりである。

虫体：性別にみると、Cu および Pb の濃度では♂♀間に差はないようであるが、Cd および Zn の濃度では♀の方が♂よりもやや高い値を示した。しかし、その差は顕著ではない。虫体と生息環境の間には重金属の種類ごとに濃度における特定の関係が認められ、Cd および Cu では環境よりも虫体の方が高濃度で、逆に Pb では虫体よりも環境の方が高濃度であった。Zn は深倉からの試料以外では、Cd および Cu と同様、虫体の方が環境よりも高濃度であったが、環境の Zn 濃度が異常に高い大牟田市深倉からの試料では虫体の Zn 濃度は環境のそれよりも低い値を示した。太宰府町からの虫体試料と大牟田市からのそれらを比較すると、虫体の重金属濃度は Cu 濃度以外では後者は明らかに前者よりも高いが、大牟田市の2地点からの試料を相互に比較すると、環境の Cd 濃度は延命公園からの試料よりも深倉からの試料の方が著しく高いにもかかわらず、虫体の Cd 濃度は逆に深倉からの試料よりも延命公園からの試料の方が高かった。

生息環境：4種重金属の濃度を表層土と腐植質との間で比較すると、いずれの地点でも、Cd 濃度は表層土よりも腐植質の方がやや高く、Pb 濃度は表層土の方が腐植質よりも明らかに高かった。しかし、Cu および Zn

表2 陸生甲殻類の一種オカダンゴムシおよびその生息環境のカドミウム、銅、亜鉛および鉛濃度 (ppm/乾重)

重金属	試料	大牟田		太宰府	
		深倉 ♂247* ♀262	延命 ♂85 ♀110	吉松 ♂190 ♀158	大佐野 ♂250 ♀213
Cd	虫体 {♂ ♀}	26.2	38.6	2.45	2.79
		37.1	50.2	3.13	3.03
	表層土	18.0	2.85	0.32	0.18
	腐植質	19.9	6.23	0.47	0.28
Cu	虫体 {♂ ♀}	698	225	294	340
		629	228	340	299
	表層土	223	26.6	10.9	16.4
	腐植質	220	16.2	17.8	12.1
Zn	虫体 {♂ ♀}	1320	898	345	369
		1490	1010	390	389
	表層土	3270	407	54.0	86.1
	腐植質	4130	432	68.5	48.0
Pb	虫体 {♂ ♀}	15.1	2.81	0.52	0.32
		15.8	3.45	0.55	0.46
	表層土	526	67.4	17.2	31.3
	腐植質	346	55.6	8.50	8.66

* 数値は試料の合計個体数を示す

濃度では両者の間に特定の関係は認められないし、測定値に著しい差はなかった。表層土および腐植質の4種重金属濃度を大牟田市の2地点と太宰府町の2地点との間で比較すると、腐植質のCu濃度が延命公園と太宰府町の2地点との間で差を認めたいことを除けば、大牟田市の2地点では太宰府町の2地点におけるよりもこれら試料のCd、ZnおよびPbの濃度は明らかに高かった。特に、深倉の1地点から採取した表層土、腐植質は太宰府町の2地点からの同種試料に対しCd濃度で50~100倍、Zn濃度で50~60倍の値を示した。また、同市延命公園からの試料でも太宰府町の2地点からの試料に比し

Cu以外の被検重金属の濃度は明らかに高い値を示した。

3・2 ドウガネブイブイおよびアオドウガネのCd、Cu、ZnおよびPbの濃度

測定値は表3に示したとおりである。同一地点で、同一時期に採集した虫体試料についてみると、顕著な性差はないようであった。Anomala属の2種甲虫のうち、ドウガネブイブイは大牟田市では少なく、逆にアオドウガネは太宰府町では少なかった。そのために、結果の種ごとの対応が十分ではないが、本結果からは、2種間で虫体重金属濃度の差は認めがたく、種間の差よりも同一種内の変動の方が大きかった。それぞれの種における大牟田市からの試料と太宰府町からの試料の比較では、4種重金属のうち、特にCdだけにおいて両試料間に濃度の差が認められ、前者のCd濃度は後者のその10~20倍の値を示した。しかし、Cu、ZnおよびPbの濃度では両試料間に差を認められなかった。

3・3 オオミノガ越冬幼虫のCd、Cu、ZnおよびPbの濃度

オオミノガ幼虫は各種樹木の葉を食し、虫体の重金属濃度の検討にさいしては、宿主植物の相違を度外視できない。したがって、結果の比較を容易にするために、全測定結果のうち、大牟田市および太宰府町で共通の樹種の宿主植物から試料を得ることができたものについての測定結果は両地域からの試料の測定値を対比して表4に、大牟田市または太宰府町のどちらかだけで特定の宿主植物からしか試料を得られなかった場合の測定結果は表5に示した。

オオミノガ幼虫の4種重金属濃度測定結果については、全例においてPbが検出限界値(1ppm)以下で、さらに他の3種重金属の濃度もオカダンゴムシおよびAnomala属の2種甲虫よりもかなり低いことが指摘された。オオミノガ幼虫では、虫体の重金属濃度は宿主植

表3 ドウガネブイブイおよびアオドウガネのカドミウム、銅、亜鉛および鉛濃度 (ppm/乾重)

種別	地域	地点	性別	試料数	Cd	Cu	Zn	Pb
ドウガネブイブイ	大牟田 太宰府	延命 向佐野	♂+♀	1(17)*	1.45	31.5	383	2.19
			♂+♀	10(139)	0.06±0.02	29.4±4.0	363±60	3.56±0.60
アオドウガネ	大牟田	延命	♂+♀	18(323)	1.46±0.45	37.1±4.3	399±48	4.41±0.85
			♂	3(49)	1.03±0.67	40.9±35.8	455±173	8.85±8.67
	太宰府	唐船 向佐野	♀	3(33)	0.72±0.13	40.5±3.0	386±30	6.48±0.94
			♂+♀	5(85)	0.12±0.01	42.1±2.8	256±8	4.45±0.47

* () 内の数値は全試料の合計個体数を示す

表4 汚染地と非汚染地において同種の宿主植物から採集したオオミノガ越冬幼虫のカドミウム、銅、亜鉛および鉛の濃度の比較 (ppm/乾重)

重金属	宿主植物	性	大 牟 田			太 宰 府	
			唐 船	不知火	宮の浦	向佐野	水 域
Cd	PSP*	{♂ ♀}	0.08±0 0.37±0.12	0.04±0 0.07±0.03	0.04 0.21	0.08 0.10	
	PM	{♂ ♀}	0.02 0.04				0.02 0.04
	DK	{♂ ♀}	0.05 0.81±0.17		0.08 0.17±0.02	0.04±0.01 0.10±0.00	0.04 0.08±0.01
Cu	PSP	{♂ ♀}	18.7 ±0.9 24.9 ±4.5	32.7±0.6 35.4±3.7	18.3 19.9	35.4 35.0	
	PM	{♂ ♀}	14.4 12.9				19.4 13.4
	DK	{♂ ♀}	11.1 10.3 ±0.4		13.2 10.5 ±0.6	12.9 ±0 10.1 ±1.0	10.8 8.2 ±0.1
Zn	PSP	{♂ ♀}	233 ±12 299 ±38	224 ±6 238 ±5	254 286	191 253	
	PM	{♂ ♀}	206 318				256 187
	DK	{♂ ♀}	189 277 ±15		195 225 ±14	142 ±23 179 ±24	154 136 ±2
Pb	PSP	{♂ ♀}	ND** ND	ND ND	ND ND	ND ND	
	PM	{♂ ♀}	ND ND				ND ND
	DK	{♂ ♀}	ND ND		ND ND	ND ND	ND ND

* 宿主植物の略号は表1と同じ。 ** ND<1 ppm

物の種の相違によって、そのレベルおよび組成が異なるようである。桜の一種およびサトウカエデから得られた試料では Cu および Zn の濃度が大牟田市および太宰府町からの試料においてともに高く、また大牟田市宮の浦のシダレヤナギおよびキョウチクトウから採集した試料では Zn 濃度が、大牟田市唐船のイスノキから採集した試料では Cd 濃度が他よりも高かった。このようにオオミノガ幼虫の重金属濃度は宿主植物の相違による変動を示すために、大牟田市からの試料と太宰府町からの試料との間の重金属濃度の比較結果は不明瞭となるが、同種の宿主植物からの試料を比較した場合には、Cd 濃度ではやはり大牟田市からの試料の方が太宰府町からの試料よりもやや高い傾向は認められた。

オオミノガ幼虫の重金属濃度について、他に注目される事実としては、全例において、Cd 濃度では♀の方が♂よりも高い値を示したことである。

4. 考 察

環境との関連において、虫体の重金属濃度測定結果を

考察すると、被検節足動物のいずれにおいても、特に Cd の虫体濃度は汚染地からの試料では非汚染地からの試料よりも程度の差はあっても高い値を示す。このことから、工業汚染地における特定重金属による汚染が自然環境に広く波及していることが推察される。しかし、環境の重金属濃度は虫体のそれと必ずしも正の関係を示すとは限らず、汚染地大牟田市内の2地点から採集したアオドウガネ および オカダンゴムシの試料では、環境の Cd 濃度がより低い延命公園からの虫体試料の方が環境の Cd 濃度がより高い深倉あるいは唐船からの虫体試料よりも Cd 濃度が高い。アオドウガネの場合、虫体の Cd 汚染は主として幼虫期の土壌生活に由来すると考えられる。しかし、夜間燈火に飛来する成虫の移動・分散はかなり大きいと判断されるから、燈火採集により得られた虫体試料の採集地点と幼虫期の生息環境との関連は薄く、採集地点ごとの虫体試料が環境の局地的な重金属汚染をあらわしていないことは十分考えられる。一方、オカダンゴムシの場合は、終生土壌生活で、また移動・分散も大きいとは考えがたいので、虫体の重金属濃度は環境の局所的な重金属汚染と密接に関連するはずであ

表5 各種宿主植物から採集したオオミノガ越冬幼虫のカドミウム、銅、亜鉛および鉛の濃度 (ppm/乾重)

地域	地点	宿主植物	性	Cd	Cu	Zn	Pb
大牟田	不知火	PSP*	♂	0.25±0.04	13.5±0.2	215±17	ND**
			♀	0.75±0.18	9.4±0.9	249±28	ND
	不知火	RP	♂	0.11	12	214	ND
			♀	0.24	8.4	284	ND
	宮の浦	RP	♂	0.07	14.0	240	ND
			♀	0.44±0.04	10.7±1.1	299±18	ND
	宮の浦	SB	♀	0.85	14.5	445	ND
	延命	CC	♀	0.28±0	6.9±1.3	165±3	ND
唐船	CC	♂	0.05	12.3	191	ND	
		♀	0.12±0.07	8.6±4.5	241±17	ND	
唐船	DR	♂	0.38	14.3	207	ND	
		♀	1.14	13.9	239	ND	
宮の浦	NI	♀	0.53±0.04	10.7±0.9	319±9	ND	
太宰府	向佐野	AS	♀	0.53	8.2	274	ND
	向佐野	MJ	♀	0.15	7.2	137	ND
	水城	QA	♂	0.19	15.5	193	ND
♀			0.55±0.1	8.4±0.4	167±2	ND	

* 宿主植物の略号は表1と同じ。 ** ND<1 ppm

る。したがって、上記のような事実は環境中に共存する他の重金属との関連によることも考えられる。すなわち、深倉では延命公園に比較し環境中の Zn 濃度が著しく高い。そのために、オカダンゴムシは Cd と共に大量の Zn も同時摂取する。このことは牛島・宮内・田崎⁴⁾が報告した家蚕に Cd と Zn を同時投与すると Zn は虫体の Cd 吸収・蓄積能を低下させるという事実に関連があるように思われる。

虫体の Cd 濃度は、当然のことながら、節足動物の生活型と密接に関係すると考えられ、生活型において土壌との関係が深いものほど Cd 濃度は高い値を示す。終生食葉性で、宿主植物を通してしか土壌とのかかわりあいを持たないオオミノガ幼虫では、Cd だけでなく、他の3種重金属の濃度も低い値を示し、一般に樹上生活性の食葉昆虫では重金属汚染の影響は少ないことが示唆される。特に、甲殻綱と昆虫綱という動物の自然分類群の大きな相違は当然両者間の大きな生理的相違を示すが、その相違を越えて、オカダンゴムシおよび *Anomala* 属の2種甲虫では非汚染地からの試料でも Pb が検出されるのに対し、*Anomala* 属甲虫と同じ昆虫綱に属するオオミノガ幼虫では全例で Pb は検出されない点が注目される。

被検節足動物のうち、測定された重金属のいずれかが

環境よりも虫体において高濃度であったのは、オカダンゴムシにおける Cd, Cu および Zn の場合だけであった。すなわち、オカダンゴムシでは陸生節足動物における重金属の生物濃縮を認めることができる。オカダンゴムシの被検試料のうち、大牟田市延命公園からの試料が Cd 濃縮の最高値を示し、Cd 濃度における生息箇所の表層土と虫体との比は 1:17.6 という値を示す。Martin および Coughtrey⁵⁾によれば、英国の Avonmouth における鉛-亜鉛精錬所周辺の汚染森林生態系において、同じダンゴムシ科の *Oniscus asellus* の Cd 濃度は 202.2ppm/乾重にも達し、同森林生態系構成員中 Cd 濃度において最高値を示すが、生息地点の表層土と虫体との Cd 濃度の比は約 1:7 でしかない。オカダンゴムシでは、Zn も深倉以外の試料では虫体の方が環境よりも明らかに高濃度で、虫体における濃縮が認められる。しかし、環境中の Zn 濃度が著しく高い深倉では Zn 濃度は虫体の方が環境よりも著しく低い。このことは、同虫の Zn 取り込み蓄積の限界に関連するのかもしれない。

以上のことのほか、食葉性のオオミノガ幼虫では、虫体の Cd 濃度に明らかな性差がみられ、常に♀の方がよりも高濃度である点が節足動物の重金属取り込み蓄積の機序に関する問題として注目される。なお、オカダン

ゴムシでは、虫体における Cd その他の重金属濃度の性差は例数が少ないので判然とせず、また *Anomala* 属の甲虫では虫体重金属濃度の性差は認めがたいようである。

さらにオオミノガ幼虫のような食葉性昆虫では、虫体の重金属濃度と食葉のそれとの関係が重要となる。今回の結果では、測定値が宿主植物の樹種ごとにかなり異なること、また、桜の一種からの虫体試料では、採集地点の相違、非汚染地、汚染地の別にかかわらず、どの試料においても Cu の濃度が高いことなどから、食葉性昆虫の虫体重金属濃度の組成およびレベルは宿主植物の樹種の相違によって異なることが推察された。しかし、各種樹木からの虫体試料はある地域内の異なった地点から採集されたものであるから、虫体重金属濃度の組成およびレベルの差が宿主植物の樹種の相違によるものか、宿主植物の生育地点の相違によるものか確認できない。この点は次報で解析する。

5. ま と め

福岡県下の工業汚染地大牟田市および非汚染地筑紫郡太宰府町の各所から4種の陸生節足動物、オカダンゴムシ、ドウガネブイブイ、アオドウガネおよびオオミノガ幼虫を採集し、それらの Cd, Cu, Zn および Pb の濃度を測定した結果、特に Cd 濃度において、いずれの種も汚染地試料は非汚染地試料よりも高い値を示し、工業汚染地における特定重金属汚染の自然環境への広汎な波及が認められた。陸生節足動物の Cd 汚染の程度は明らかに動物の生活型に関連があり、土壌生活との関係の深いものほど汚染度は大きいようで、虫体 Cd 濃度レベルの高い方からの順位は、オカダンゴムシ、*Anomala* 属2種甲虫（ドウガネブイブイとアオドウガネとは差なし）、オオミノガ幼虫となり、食葉性昆虫では Cd 汚染の影響は小さいことが示唆された。虫体の重金属濃縮は Cd, Cu および Zn についてはオカダンゴムシにおいて

認められたが、他の被検節足動物では、虫体の重金属濃度はいずれも環境のそれよりも低かった。*Anomala* 属2種甲虫では Cd 濃度だけにおいて汚染地試料と非汚染地試料との間で明らかな差があった。オオミノガ幼虫では、虫体重金属濃度は低い値を示し、また宿主植物の樹種の相違による変動もあるために、汚染地試料と非汚染地試料との間の差は判然としなかった。しかし、同虫では Cd 濃度において明らかな性差があること、および他の被検節足動物のいずれからも検出された Pb が全例で検出されなかった点が注目された。

謝 辞：本研究の実施およびその成績の公表を許可していただいた当所猿田南海雄所長、および研究スタッフの構成に配慮いただいた当所高橋克己副所長、木藤寿正環境科学部長、簗原敏保健科学部長にお礼申しあげる。また、本研究を遂行する過程で、コガネムシ科昆虫の同定、生態について助言していただいた九州大学農学部昆虫学教室の森本桂助教授および同榎原寛助手、およびオオミノガ幼虫の同定、生態について助言していただいた九州大学教養部生物学教室の三枝豊平教授に深謝する。

—引用文献—

- 1) 福岡県：昭和51年度環境白書、443p (p. 29), 福岡県, 1976.
- 2) R. E. Snodgrass: "A Textbook of Arthropod Anatomy", 363p (pp. 179~190), Comstock Pub. Assoc., New York, 1952.
- 3) 日本工業標準調査会審議"工場排水試験法, JIS KO102-1971" p. 108, 37・2 備考(3), 1973.
- 4) 牛島忠広, 宮内幸夫, 田崎忠良: カイコにおける数種重金属の吸収蓄積とその影響, 第25回日本生態学会大会講演要旨集, p. 15, 1978.
- 5) M. H. Martin & P. J. Coughtrey: Comparison between the levels of lead, zinc and cadmium within a contaminated environment. *Chemosphere*, No. 1, pp. 15~20, 1976.