

# 京都府河川に生息するトビケラ幼虫のPCB調査

茶谷 祐行 出井 香織\* 日下 哲也 吉安 裕\* 塩崎 秀彰

## Survey of PCB Concentrations in Trichoptera larva Inhabited in the Rivers of Kyoto Prefecture

Yoshiyuki CHATANI, Kaori DEI, Tetsuya KUSAKA,  
Yutaka YOSHIYASU and Hideaki SHIOZAKI

キーワード：PCB、トビケラ幼虫（オオシマトビケラ、ヒゲナガカワトビケラ）、宇治川、桂川、鴨川  
key words：PCB, Trichoptera larva (*Macrostemum radiatum* (McLachlan), *Stenopsyche marmorata* Navás), Uji River, Katsura River, Kamo River

### はじめに

平成10年度の環境庁のダイオキシン類全国一斉調査<sup>1)</sup>において、宇治川のオイカワからダイオキシン類が高濃度に検出され、その中でもコプラナーPCB（以下「Co-PCB」という。）の比率が高かったため、平成13年度から宇治川を中心に京都府の主要河川に生息する各種水生生物について、Co-PCBに関連するPCB含有量調査を行った<sup>2-3)</sup>。その結果カワニナ類、オオシマトビケラ幼虫等の水生生物のPCB濃度は宇治川が最も高く、次いで桂川、木津川の順になり、各河川のPCB汚染度は宇治川が最も高く、桂川、木津川の順であると推察された<sup>4)</sup>。

著者らは前報<sup>5)</sup>で宇治川に生息するオオシマトビケラ幼虫 (*Macrostemum radiatum* (McLachlan)：以下「オオシマ幼虫」という。) 及び鴨川に生息するヒゲナガカワトビケラ (*Stenopsyche marmorata* Navás：以下「ヒゲナガ幼虫」という。) のPCB濃度の調査を行い、オオシマ幼虫についてPCB濃度と体重及び脂質濃度の関係を調査した結果、体重の増加に伴ってPCB濃度が上昇し、その要因として脂質濃度が影響していることを認めた。

今回は、①オオシマ幼虫のPCB濃度の季節変動を把握するため、前報<sup>6)</sup>に引き続き宇治川のオオシマ幼虫の調査、②河川間のPCB汚染を評価するため、鴨川と桂川についてはヒゲナガ幼虫、宇治川と桂川についてはオオシマ幼虫の調査、③鴨川水系での地点間のPCB汚染を評価するため、ヒゲナガ幼虫の調査、④トビケラ幼虫の種差によるPCBの蓄積を把握するため、桂川の同一地点に生息するオオシマ幼虫とヒゲナガ幼虫の調査等を行ったので報告する。

### 材料及び方法

#### 1. 調査対象及びサンプルの採取

オオシマ幼虫のPCB濃度の季節変動を把握するため、宇治川塔ノ島<sup>2)</sup>において造網性でありトビケラとして優占種であるオオシマ幼虫を2004年12月の調査に引き続き<sup>6)</sup>、2005年6月、10月に採取した。

鴨川水系地点間のPCB汚染を評価するため、近年鴨川の広域で優占種的な存在となりつつあるヒゲナガ幼虫を2005年6～7月にかけて鴨川二条とその上流の賀茂川北大路、更に上流の雲ヶ畑 (図1) で採取した。

トビケラ幼虫の種差によるPCB濃度の蓄積を把握するため桂川松尾橋<sup>5)</sup>でヒゲナガ幼虫及びオオシマ幼虫を2005年6月及び10月 (各々、桂川 (6月)、桂川 (10月) とする) に採取した。

宇治川及び桂川での採取については石礫に営巣していた幼虫を採取した。鴨川水系のヒゲナガ幼虫はD-フレームネットで採取した。

採取した試料はそれぞれ個別に体重・頭幅を測定後、密閉袋に入れ冷凍保存した。

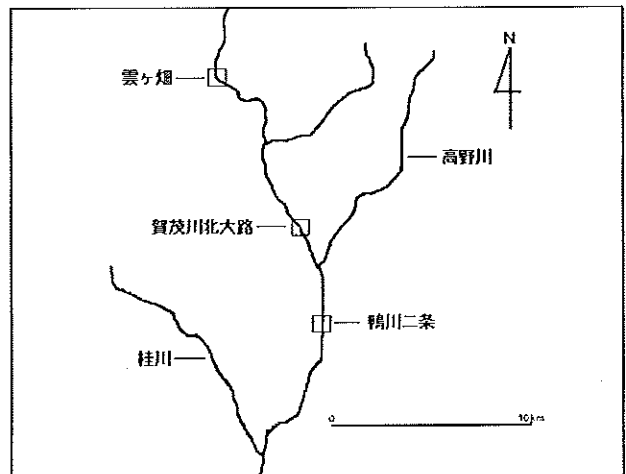


図1 鴨川水系でのヒゲナガカワトビケラ幼虫採取地点

(平成18年7月31日受理)

\* 京都府立大学農学部

2. トビケラ幼虫の齢期の推定方法

前報<sup>6)</sup>と同様、採取試料を各齢期ごとに区分するため、頭幅から齢期を推定した。

3. PCB及び脂質濃度の測定

オオシマ幼虫は採取量を考慮し5~20mg間隔の体重で区分けし、区分けした試料をそれぞれ1検体とした(表1)。

ヒゲナガ幼虫も同様に20~100mg間隔の体重で区分けし、それぞれを1検体とした(表2)。

各検体について従来法に準じて試験溶液を作製した後、PCB濃度、脂質濃度及び脂質重量当たりのPCB濃度を求め表1及び2に示した。

結果と考察

1. トビケラ幼虫の齢期

宇治川の6月と10月のオオシマ幼虫の頭幅と体重の頻度分布を図2に示した。6月は頭幅0.8~1.1mmと1.9~2.1mmの2グループに集中しており、前報<sup>6)</sup>の12月と同様の結果が得られそれぞれのグループを4齢、5齢と推定した。一方、10月は頭幅1.2~1.6mmと1.9~2.1mmの2グループに集中しており、それぞれのグループは4齢、5齢と推察され、6月に比べ4齢の頭幅が大きくなっていると考えられた。

また、鴨川(7月)と桂川(6月)のヒゲナガ幼虫の頭幅と体重の頻度分布を図3に示した。鴨川は1.6~2.5mm、桂川は1.7~2.2mmに集中しており、前報<sup>6)</sup>のデータからそれぞれのグループはいずれも5齢と考えられた。

表1 オオシマトビケラ幼虫の検体一覧及びPCB濃度

採取河川 (採取地点)	採取月	体重分類(mg)	齢期	検体 個体数	平均体重 (mg)	湿重量当たりの PCB濃度 (ng/g-wetbase)	脂質濃度 (%)	脂質重量当たり のPCB濃度 ( $\mu$ g/g-fatbase)
宇治川	6月	5~10	4	24	7	48	—	—
		10~20	4	13	12	38	—	—
		40~60	5	6	52	64	5.9	1.09
		60~80	5	8	70	72	7.3	0.99
		80~100	5	10	88	83	7.3	1.13
		100~120	5	7	112	119	8.5	1.41
	10月	10~16	4	17	13	33	—	—
		30~40	5	14	35	14	—	—
		40~50	5	9	44	29	3.6	0.81
		50~60	5	8	54	61	5.3	1.16
		60~70	5	9	64	82	6.0	1.35
		70~80	5	7	75	86	8.3	1.05
桂川	10月	80~90	5	6	86	95	9.7	0.99
		30~50	5	16	39	6	1.8	0.33
		50~70	5	9	60	12	6.4	0.19

備考 ー:採取試料量が少なく測定不可

表2 ヒゲナガカワトビケラ幼虫の検体一覧及びPCB濃度

採取河川 (採取地点)	採取月	体重分類(mg)	齢期	検体 個体数	平均体重 (mg)	湿重量当たりの PCB濃度 (ng/g-wetbase)	脂質濃度 (%)	脂質重量当たり のPCB濃度 ( $\mu$ g/g-fatbase)
桂川	6月	180~240	5	5	207	3.6	2.2	0.16
		240~260	5	5	250	3.9	2.3	0.17
		260~290	5	4	277	7.5	3.7	0.21
		290~370	5	4	326	6.4	3.3	0.20
		390~440	5	2	416	15.3	6.4	0.24
鴨川(二条)	7月	120~186	5	4	151	1.3	1.7	0.08
		100~200	4	7	142	4.6	2.7	0.17
鴨川(二条)	7月	200~250	5	7	230	7.9	3.8	0.21
		250~300	5	8	279	12.8	4.3	0.30
		300~400	5	7	346	22.5	5.1	0.45
		400~500	5	5	456	27.3	6.2	0.44
賀茂川(北大路)	7月	100~200	4	5	157	5.8	—	—
		200~300	5	6	244	12.5	2.4	0.52
		300~400	5	4	367	26.9	3.3	0.81
賀茂川(雲ヶ畑)	6月	200~300	5	6	245	1.2	2.2	0.05

備考 ー:採取試料量が少なく測定不可

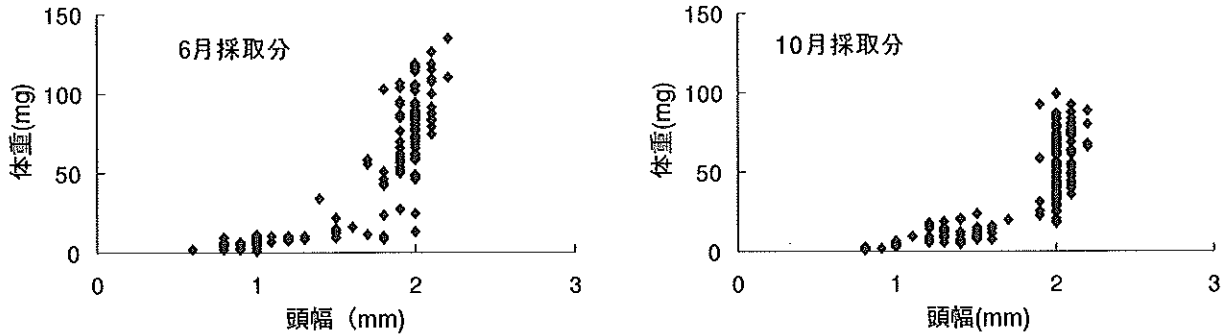


図2 宇治川で採取したオオシマトビケラ幼虫の頭幅と体重の頻度分布

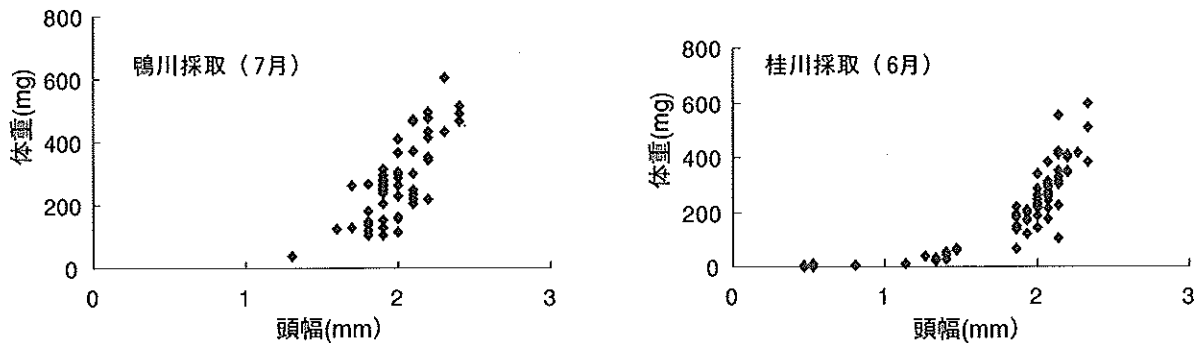


図3 鴨川、桂川で採取したヒゲナガカワトビケラ幼虫の体重と頻度分布

2. オオシマ幼虫及びヒゲナガ幼虫の体重と脂質濃度の関係

生体内中のPCB濃度と脂質濃度は相関性が高く<sup>7)</sup>、脂質濃度がPCB濃度に影響すると考えられるため、前報<sup>6)</sup>の宇治川(12月)のオオシマ幼虫の体重と脂質濃度との関係を求めた結果、体重が重くなるに従って脂質濃度が高くなり正の相関が認められた。今回、前報<sup>6)</sup>と同様に6月と10月のオオシマ幼虫について体重と脂質濃度の関係を求め12月の結果<sup>6)</sup>とあわせ図4に示した。

その結果、6月と10月とも12月と同様に体重が重くなるに従い脂質濃度は高くなり、それぞれ正の相関(6月  $p < 0.01$  :  $R^2 = 0.8805$ 、10月  $p < 0.01$  :  $R^2 = 0.9730$ )が認められた。6月は、12月に比べ体重に対する脂質の増加率が低く、一方10月は12月に比べ増加率が高かった。これは、10月の成長期が7~9月の水温が高い時に成長率も高いと推定され、これが脂質の増加率に影響しているものと考えられた。

次にヒゲナガ幼虫について、鴨川(7月)と桂川(6月)の体重と脂質濃度の関係を図5に示した。両地点とも正の相関(鴨川  $p < 0.01$  :  $R^2 = 0.9974$ 、桂川  $p < 0.01$  :  $R^2 = 0.8874$ )が認められ、オオシマ幼虫と同様に体重の増加とともに脂質濃度は増加していたが、その増加率は桂川が鴨川より高く河川間による差が認められた。

3. オオシマ幼虫の体重と湿重量当たりのPCB濃度の関係

宇治川の6月と10月のオオシマ幼虫の5齢以上と推察される40mg以上の検体と12月の結果<sup>6)</sup>について、平均体

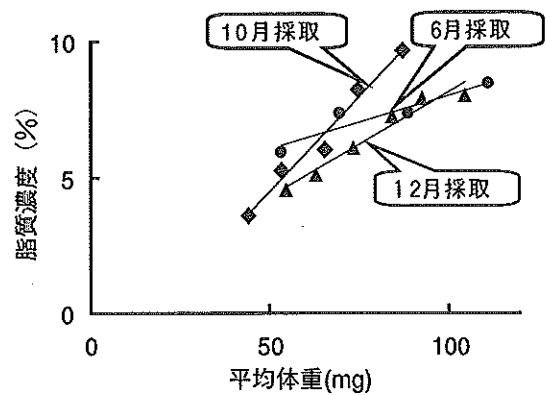


図4 宇治川で採取したオオシマトビケラ幼虫の脂質濃度と体重の関係

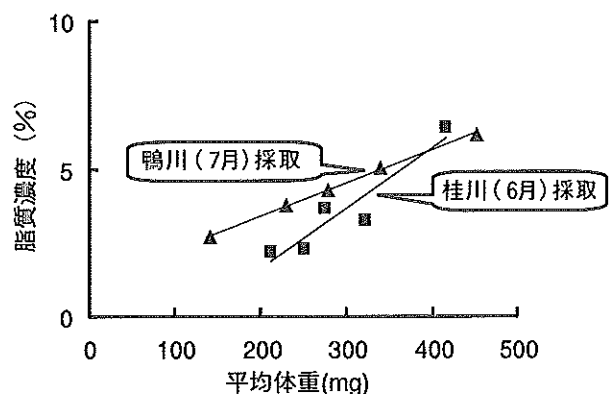


図5 ヒゲナガカワトビケラ幼虫の脂質濃度と体重の関係

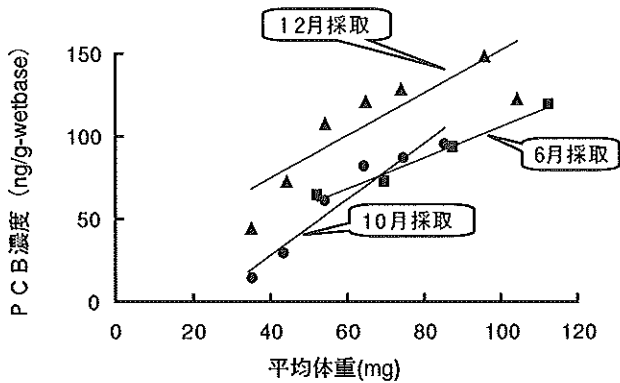


図6 宇治川のおオシマトビケラ幼虫のPCB濃度と体重の関係

重と湿重量当たりのPCB濃度の関係を図6に示した。前報<sup>6)</sup>で5齢のおオシマ幼虫のPCB濃度と体重には正の相関があることを認めている。今回、6月、10月ともに同様の傾向が認められ(6月  $p < 0.01$  :  $R^2 = 0.9771$ 、10月  $p < 0.01$  :  $R^2 = 0.9301$ )、体重が重くなるに従ってPCB濃度は高くなっていった。また、20mg未満の体重では、12月<sup>6)</sup>のPCB濃度は71ng/g-wetbase(平均体重9.1mg)で、6月48ng/g-wetbase(同7mg)、38ng/g-wetbase(同12mg)、10月33ng/g-wetbase(同13mg)(表1)と12月が最も高かった。

40mg以上の5齢の検体については、12月と6月では40~100mgの範囲でPCB濃度は12月の方が平均約1.5倍高かったが、体重に対するPCB濃度の増加率はほぼ同じであった。一方10月については、平均体重44mgではPCB濃度は29ng/g-wetbaseと他の月(6月:64ng/g-wetbase(平均体重52mg)、12月:72ng/g-wetbase(同体重9.1mg))に比べ低かったが、増加率は6月に比べ高く、平均体重86mgでは95ng/g-wetbaseと6月(83ng/g-wetbase(平均体重88mg))とほぼ同レベルまで増加していた。これは、先に示したように10月の方が脂質濃度の増加率が高く、それに比例してPCB濃度が増加したものと推察された。

#### 4. ヒゲナガ幼虫の体重とPCB濃度の関係

体重とPCB濃度の関係についてオオシマ幼虫と同様にヒゲナガ幼虫について調べるため、桂川(6月)、鴨川(7月)及び賀茂川(7月)について、体重とPCB濃度の関

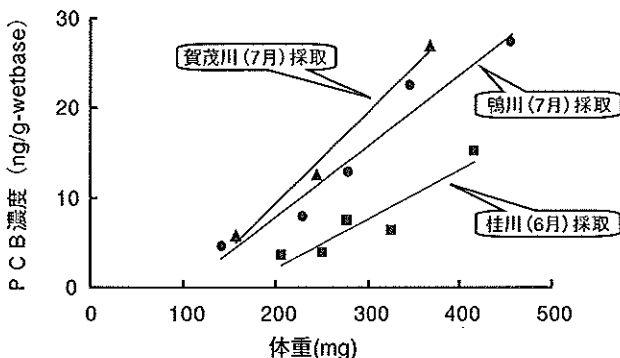


図7 ヒゲナガカワトビケラ幼虫のPCB濃度と体重の関係

係を図7に示した。

桂川、鴨川及び賀茂川は、いずれも体重とPCB濃度に正の相関(桂川  $p < 0.01$  :  $R^2 = 0.8643$ 、鴨川  $p < 0.01$  :  $R^2 = 0.9488$ 、賀茂川  $p < 0.01$  :  $R^2 = 0.9877$ )があることが認められた。PCB濃度は鴨川の方が桂川より各体重を比較すると平均して約2倍高かったが、増加率は200~400mgの範囲では桂川の方が約2倍高かった。また賀茂川と鴨川では、体重約150~370mg間でPCB濃度はほぼ同レベルであった。

#### 5. オオシマ幼虫の体重と脂質重量当たりのPCB濃度の関係及び季節変動によるPCB濃度の比較について

オオシマ幼虫について、季節間の変動を調査するため、宇治川における12月<sup>6)</sup>と、今回の6月及び10月について脂質重量当たりのPCB濃度の比較検討を行った。

6月及び10月と12月について平均体重と脂質重量当たりのPCB濃度の関係を図8に示した。

脂質重量当たりのPCB濃度は6月、10月は各体重ともほぼ同レベルであったが、12月<sup>6)</sup>は50~100mg間で他の月より約1.4~2.6倍高かった。また12月は体重が重い方が脂質重量当たりのPCB濃度は低かったが、6月、10月は、増減傾向は認められなかった。12月が6月、10月と異なった原因として、オオシマ幼虫の成長期である同年の10月に琵琶湖の水位上昇<sup>8)</sup>に伴い宇治川の増水が影響し、水質が変化したことが一つの原因と考えられた。

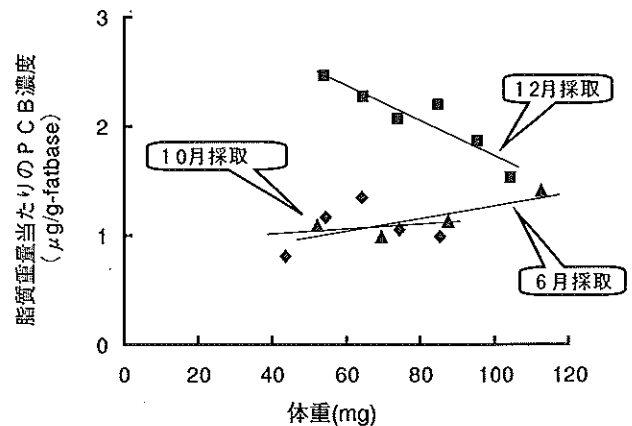


図8 宇治川オオシマトビケラ幼虫の脂質重量当たりのPCB濃度と体重の関係

#### 6. オオシマ幼虫による河川間のPCB汚染の比較について

桂川と宇治川のPCB汚染の指標として桂川(10月)と宇治川のおオシマ幼虫について脂質重量当たりのPCB濃度の比較評価を行った。桂川ではPCB濃度(表1)は0.33  $\mu\text{g/g-fatbase}$ (平均体重39mg)、0.19  $\mu\text{g/g-fatbase}$ (同60mg)に比べ、宇治川では、PCB濃度は0.81  $\mu\text{g/g-fatbase}$ (同44mg)、1.16  $\mu\text{g/g-fatbase}$ (同54mg)と、宇治川は桂川より平均して約3.8倍高く、著者らが先に報告した結果<sup>1)</sup>と同じ結果が得られ、宇治川の方がPCB汚染度が高いことが再確認された。

7. ヒゲナガ幼虫の体重と脂質重量当たりのPCB濃度の関係及び河川間のPCB汚染の比較について

桂川と鴨川のPCB汚染の指標として桂川、鴨川のヒゲナガ幼虫について脂質重量当たりのPCB濃度の比較評価を行うため、体重と脂質重量当たりのPCB濃度の関係を求め図9に示した。

鴨川(7月)及び桂川(6月)のいずれも体重と脂質重量当たりのPCB濃度は正の相関(鴨川 $p < 0.01$ ;  $R^2 = 0.8645$ 、桂川 $p < 0.01$ ;  $R^2 = 0.8617$ )が認められたが、桂川についてはオオシマ幼虫と同様に体重変化に伴うPCB濃度の影響は小さかった。鴨川は体重が重くなるほどPCB濃度は高くなっていった。次に、各体重における脂質重量当たりのPCB濃度を比較する(表2)と、体重200mg付近のPCB濃度は桂川では、 $0.16 \mu\text{g/g-fatbase}$ (平均体重207mg)、 $0.17 \mu\text{g/g-fatbase}$ (同250mg)、鴨川では $0.17 \mu\text{g/g-fatbase}$ (同142mg)、 $0.21 \mu\text{g/g-fatbase}$ (同230mg)とほぼ同レベルであったが、体重400mg付近では、桂川 $0.20 \mu\text{g/g-fatbase}$ (同326mg)、 $0.24 \mu\text{g/g-fatbase}$ (同416mg)、鴨川では $0.44 \mu\text{g/g-fatbase}$ (同346mg)、 $0.45 \mu\text{g/g-fatbase}$ (同456mg)と鴨川の方が約1.8倍高かった。このことから、鴨川は脂質の増加に伴うPCBの蓄積以外の要因があると推察され、今後の調査が必要と考えられた。

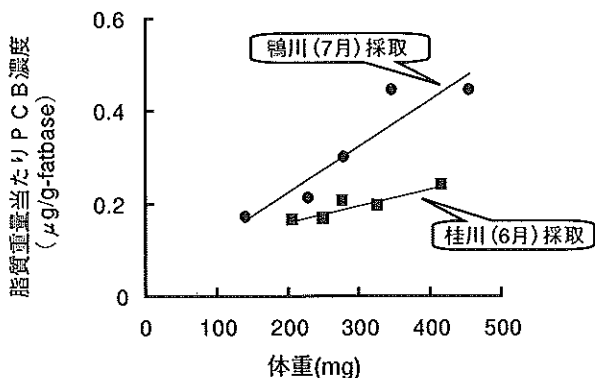


図9 鴨川及び桂川のヒゲナガカワトビケラ幼虫の脂質重量当たりのPCB濃度と体重の関係

8. 鴨川の地点間におけるヒゲナガ幼虫のPCB濃度の比較について

鴨川水系でのPCB汚染を評価するため、雲ヶ畑、賀茂川北大路、鴨川二条のヒゲナガ幼虫について、脂質重量当たりのPCB濃度を比較した。

同じ体重でのPCB濃度を比較すると、雲ヶ畑のPCB濃度は $0.05 \mu\text{g/g-fatbase}$ (平均体重245mg)、賀茂川北大路は $0.52 \mu\text{g/g-fatbase}$ (同244mg)、 $0.81 \mu\text{g/g-fatbase}$ (367mg)、鴨川二条は $0.21 \mu\text{g/g-fatbase}$ (同230mg)、 $0.30 \mu\text{g/g-fatbase}$ (同279mg)と賀茂川北大路が最も高く、鴨川二条はその約1/2、雲ヶ畑の検体は更に約1/10と雲ヶ畑と賀茂川北大路の検体の差は大きかった。

雲ヶ畑は、賀茂川北大路の上流に、また鴨川二条は賀

茂川北大路の下流に位置し賀茂川と高野川の合流地点から更に下流に位置する(図1)。雲ヶ畑は今回採取した地点の中で最も低いレベルであり、PCBの汚染はかなり低いと考えられた。このため雲ヶ畑から北大路に至る河川間でPCB汚染が生じていると推察されたが、その間には他の河川が合流しており、PCB汚染されている河川の推察は難しく、今後の調査が必要と考えられた。また鴨川は、高野川等の河川水の影響で賀茂川よりPCB濃度が低くなっていると考えられた。

9. オオシマ幼虫及びヒゲナガ幼虫の種差によるPCB濃度の違いについて

オオシマ幼虫及びヒゲナガ幼虫の種差によるPCB濃度の違いを評価するため、10月に桂川の同一地点における各幼虫の脂質含量当たりのPCB濃度を比較した(表1及び2)。

オオシマ幼虫の5齢のPCB濃度は、 $0.33 \mu\text{g/g-fatbase}$ (平均体重39mg)、 $0.19 \mu\text{g/g-fatbase}$ (平均体重60mg)、ヒゲナガ幼虫の5齢の脂質重量当たりのPCB濃度は、 $0.08 \mu\text{g/g-fatbase}$ (平均体重151mg)であり、採取時の桂川のPCB汚染の変動が少なかったと仮定すると、2~4倍脂質重量当たりのPCB濃度は高く、オオシマ幼虫の方がPCBの蓄積率が高いと推察された。

まとめ

今回、京都府河川のPCB汚染を調査するため、オオシマ幼虫及びヒゲナガ幼虫のPCB濃度を調査したところ次の結果が得られた。

1. 季節変動を把握するため宇治川のオオシマ幼虫の調査を行ったところ、6月、10月は体重が重い検体の方がPCB濃度は高かったが、これはオオシマ幼虫中のPCB濃度が脂質濃度に依存していると考えられた。また、同じ体重でのPCB濃度は12月が10月又は6月より高かったが、これは脂質増加に伴うものと考えられた。
2. 河川間のPCB汚染を評価するため、鴨川と桂川についてはヒゲナガ幼虫、宇治川と桂川についてはオオシマ幼虫の脂質濃度当たりのPCB濃度を比較したところ、ヒゲナガ幼虫では鴨川の方が約1.8倍高かった。またオオシマ幼虫では、宇治川の方が約3.8倍高かった。
3. 同一河川での地点間のPCB汚染を評価するため鴨川二条、賀茂川北大路、雲ヶ畑のヒゲナガ幼虫の調査を実施したところ、脂質重量当たりのPCB濃度は賀茂川北大路が最も高く、鴨川二条はその約1/2、雲ヶ畑は更に約1/10と雲ヶ畑と賀茂川北大路の差は大きかった。
4. トビケラ幼虫の種差によるPCBの蓄積を把握するため、桂川の同一地点に生息するオオシマ幼虫とヒゲナガ幼虫の調査を行ったところ、オオシマ幼虫の方が2

～4倍脂質重量当たりのPCB濃度は高く、PCBの蓄積率が高いと推察された。

### 引用文献

- 1) 環境庁：ダイオキシン類緊急全国一斉調査結果 (1999)
- 2) 茶谷祐行ほか：本誌, 46, 19 (2001)
- 3) 茶谷祐行ほか：本誌, 47, 7 (2002)
- 4) 茶谷祐行ほか：本誌, 48, 11 (2003)
- 5) 茶谷祐行ほか：本誌, 49, 12 (2004)
- 6) 茶谷祐行ほか：本誌, 50, 1 (2005)
- 7) 吉原新一・吉村英敏：環境汚染物質と毒性有機物質篇, 山根靖弘ほか編, 57, 南江堂, 東京 (1980)
- 8) <http://www.pref.shiga.jp/biwako>