

韓国産食虫性鳥類と食魚性チュウダイサギ*Egretta alba modesta*における有機塩素化合物の残留蓄積

関, 丙允
九州大学農学部動物学教室

田辺, 信介
愛媛大学農学部環境保全学科

立川, 涼
愛媛大学農学部環境保全学科

白石, 哲
九州大学農学部動物学教室

<https://doi.org/10.15017/22164>

出版情報：九州大学農学部学藝雑誌. 39 (2/3), pp.69-75, 1984-12. 九州大学農学部
バージョン：
権利関係：

韓国産食虫性鳥類と食魚性チュウダイサギ
Egretta alba modesta における有機塩素
化合物の残留蓄積

関 丙 允・田 辺 信 介*
立 川 涼*・白 石 哲

九州大学農学部動物学教室
(1984年7月27日受理)

Organochlorine Compound Residues in Some Insectivorous Birds
and a Piscivorous Bird, the Eastern Great White Egret,
Egretta alba modesta, in Korea

BYUNG YOON MIN, SHINSUKE TANABE*, RYO TATSUKAWA*
and SATOSHI SHIRAISHI

Zoological Laboratory, Faculty of Agriculture,
Kyushu University 46-06, Fukuoka 812

緒 言

韓国産野生鳥類は371種(49亜種)、すなわち留鳥48種、渡り鳥266種、迷鳥56種及び絶滅したと思われるカンムリツシガモ *Tadorna cristata* [*Pseudotadorna cristata*] からなる。そのうち、渡り鳥は冬鳥112種、夏鳥64種及び通過種90種からなる(元, 1981)。しかし、その渡来個体数は最近明らかに減少しており(元, 1975; 成, 1979)、有機塩素系農薬による餌場環境の汚染と、それに伴う毒性影響がその一因として疑われている。

有機塩素化合物による野生鳥類の汚染は早くから注目され、膨大なモニタリングデータが集積されてきた(Stickel, 1973; Szaro *et al.*, 1979; McLane and Hughes, 1980; Henny and Meeker, 1981; Rinsky and Perry, 1981; Walker and Knight, 1981; Helander *et al.*, 1982; Lemmetyinen *et al.*, 1982 など)。しかし、鳥類の材料を卵から成鳥まで計画的に入手することは難しく、またその年齢査定も困難なため、鳥体内における有機塩素化合物の詳細な生物濃縮

の過程や成長に伴う蓄積変動については、極めて断片的な分析例があるに過ぎない(Hansen and Kraul, 1981; Custer *et al.*, 1983)。

本報では、鳥類による有機塩素化合物の生物濃縮過程を明らかにする研究の一環として、韓国産食虫性の留鳥、渡り鳥(夏鳥と冬鳥)の成鳥、及び食魚性チュウダイサギの卵、雛及び成鳥における有機塩素化合物の蓄積特性を調べ、特にチュウダイサギ雛の成長に伴うその残留濃度の変動について考察した。

本研究を行なうにあたり、終始有益な助言と本稿の校閲を賜った九州大学農学部動物学教室の内田照章教授と水産増殖環境学教室の小林邦男教授に厚くお礼申し上げます。また、調査にご協力下さった韓国慶熙大学校文理科大学学長元炳旸教授、韓国自然保存協会の李斗杓氏及び英文摘要校閲の労を賜ったカリフォルニア大学の E. W. Jameson 教授に厚くお礼申し上げます。

材料及び方法

分析試料は韓国京畿道加平郡で1978年11月から1979年1月にかけて捕獲した食虫性鳥類8種24個体(留鳥であるヤマゲラ *Picus canus*, アカゲラ *Dendrocopos major* 及びダルマエナガ *Paradoxornis web-*

* 愛媛大学農学部環境保全学科 (Department of Environment Conservation, Ehime University, Tarumi 3-5-7, Matsuyama 790)

Table 1. Residue levels of organochlorine compounds ($\mu\text{g/g}$ wet weight) in the pectoral muscles of the insectivorous resident and migratory birds collected from Korea.

Materials	N	PCB		Σ BHC		Σ DDT		Total Org. Cl
		Range	(Av.)	Range	(Av.)	Range	(Av.)	
Resident	9	0.01-0.03	(0.02)	0.02-0.06	(0.04)	0.01-0.03	(0.02)	0.08
Summer visitor	9	0.03-0.16	(0.09)	0.02-0.04	(0.03)	0.09-0.58	(0.30)	0.42
Winter visitor	6	0.01-0.02	(0.015)	0.01	(0.01)	0.01-0.03	(0.02)	0.045

bianus の3種, 夏鳥であるキセキレイ *Motacilla cinerea*, ホオジロハクセキレイ *M. alba leucopsis* と センダイムシクイ *Phylloscopus occipitalis* の3種, 及び冬鳥であるカシラダカ *Emberiza rustica* とオオジュリン *E. schoeniclus* の2種を, それぞれ3個体ずつ捕獲)と, 忠清南道天安市で1981年4月~8月にかけて捕獲した食魚性チュウダイサギ *Egretta alba modesta* の雛6羽(孵化後1, 12, 24, 35, 45及び55日目), 雄成鳥5羽, 雌成鳥1羽及び1981年4月に採取したその卵4個である。更に, チュウダイサギ雛の餌を頸輪法によつて, 孵化後1日目から43日目まで3日間隔で収集した。採取した試料を分析時まで冷凍保存した。食虫性鳥類については胸筋を1羽ずつ, チュウダイサギについては胃内容物と羽を除く全身を1羽ずつ, 卵(卵殻と卵殻膜を除く)を1個ずつ, また収集した雛の餌(ドジョウ約82g, フナ24g, ヒナモロコ18g, カエル13g, 昆虫11g, 計約148g)については全試料を一括して, ホモジナイズし分析に供した。

供試試料の分析はソックスレー抽出, フロリジルドライカラムによる脱脂, シリカゲルカラムによるPCBと農薬の分離(立川, 1973a), 発煙硫酸によるクリーンアップ(脇本ら, 1973)の各操作を組み合わせた方法により行なわれた。定量を電子捕捉型検出器付ガスクロマトグラフ(GC-ECD: 島津 GC-5A, GC-4BM)により行なつた。GCカラム液相として, BHCとDDTの定量には2% QF-1+1.5% OV-17を, PCBの定量には2% Apiezon Lを用いた。なお, 一部試料については多重イオン検出器付ガスクロマトグラフ質量分析計(GC-MS-MID: 島津 LKB 9000)により有機塩素化合物の定性と定量を行なつた。なお, GC-ECDとGC-MS-MIDによる定量法とその条件は既法通りとした(立川ら, 1979)。

結 果

1. 食虫性鳥類における有機塩素化合物の体内残留濃度

食虫性鳥類における有機塩素化合物の体内残留濃度

を Table 1 に示した。検出された全有機塩素化合物(PCB+ Σ BHC+ Σ DDT)の平均濃度は, 夏鳥で0.42 $\mu\text{g/g}$ と最も高く, 留鳥0.08 $\mu\text{g/g}$, 冬鳥0.045 $\mu\text{g/g}$ の順であつた。一方, 各残留有機塩素化合物の割合は, 留鳥では BHC 50.0%, DDT 25.0%, PCB 25.0%を示したが, 夏鳥では DDT が71.4%と最も高く, PCB 21.4%, BHC 7.1%であり, 冬鳥では DDT 44.4%, PCB 33.3%, BHC 22.2%の順であつた(Fig. 1)。すなわち, 留鳥では BHC>DDT=PCB, 渡り鳥では DDT>PCB>BHCの順となり, 留鳥と渡り鳥との間では, 特に BHCとDDTの相対的な蓄積レベルに明らかな相違が認められた。

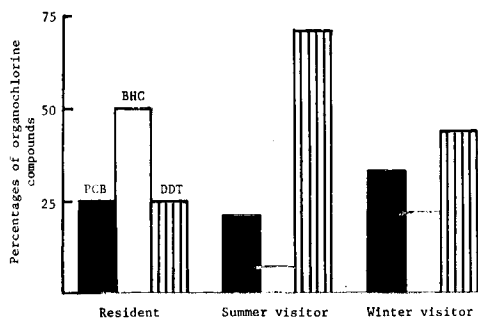


Fig. 1. Compositions of organochlorine compound residues in the insectivorous resident and migratory birds collected from Korea.

2. チュウダイサギの卵, 雛, 成鳥及び雛の餌における有機塩素化合物の残留濃度

分析した全ての試料から有機塩素化合物(PCB+ Σ BHC+ Σ DDT)が検出された(Table 2)。全有機塩素化合物の濃度は雄成鳥で特に高く, 次に雌成鳥>雛=卵>餌の順であつた。一方, 雄成鳥に残留する各有機塩素化合物の濃度は BHC>DDT>>PCB, 雌成鳥では DDT>BHC>>PCB, 雛では DDT>BHC>>PCB, 卵では BHC>DDT>>PCB, 餌では BHC>>DDT>PCBの順であつた。PCBの濃度は卵(0.082

Table 2. Residue levels of organochlorine compounds ($\mu\text{g/g}$ wet weight) in the eggs, chicks and adults of the egret, *Egretta alba modesta*, collected from Korea and their prey animals.

Material	Weight (Av.) (g)	N	PCB		Σ BHC		Σ DDT		Total Org. Cl
			Range	(Av.)	Range	(Av.)	Range	(Av.)	
Egg	44-48(47)	4	0.066-0.110	(0.082)	1.70-2.40	(1.98)	0.89-1.60	(1.53)	3.59
Chick (age in days)									
1	36	1	0.220		3.60		11.00		14.82
12	268	1	0.025		0.33		0.35		0.71
24	388	1	0.009		0.57		0.18		0.75
35	602	1	0.010		1.21		0.31		1.53
45	426	1	0.098		0.79		0.42		1.31
55	545	1	0.098		1.00		1.25		2.35
Total		6	0.009-0.220	(0.077)	0.33-3.60	(1.25)	0.18-11.00	(2.25)	3.58
Adult									
Male	816-967(879)	4	0.290-0.607	(0.429)	8.47-52.00	(21.50)	5.17-33.33	(15.31)	37.24
Female	732	1	0.110		1.65		4.33		6.09
Prey animals	148	-	0.007		0.27		0.01		0.29

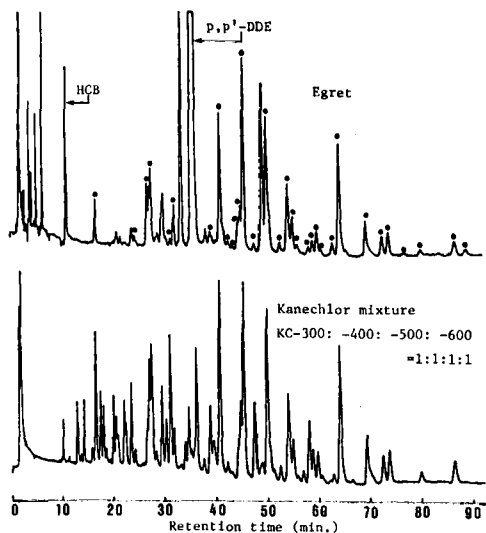


Fig. 2. Capillary gas chromatogram of PCBs in the adult male egret, *Egretta alba modesta*, collected from Korea and the Kanechlor mixture. ●, Individual chlorobiphenyls detected from the male sample.

$\mu\text{g/g}$) よりも孵化後1日目の雛 (0.220 $\mu\text{g/g}$) で約2.7倍も高いが, 孵化24日目 (0.009 $\mu\text{g/g}$) まで減少し, その後やや増加して45日目と55日目では0.098 $\mu\text{g/g}$ を示した. BHCの濃度も卵 (1.98 $\mu\text{g/g}$) よりも孵化後1日目の雛 (3.60 $\mu\text{g/g}$) でやや高いが (約1.8倍), 孵化12日目で0.33 $\mu\text{g/g}$ に急減し, その後徐々に増加して55日目では1.00 $\mu\text{g/g}$ を示した. DDTの濃度は卵 (1.53 $\mu\text{g/g}$) よりも孵化後1日目の雛 (11.00 $\mu\text{g/g}$) で非常に高く, 卵の濃度の約7.2倍

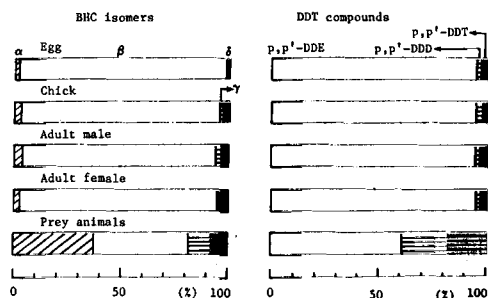


Fig. 3. Compositions of BHC isomers and DDT compounds in the eggs, chicks and adults of the egret, *Egretta alba modesta*, collected from Korea and their prey animals.

を示すが, その後 DDT の濃度は急減し, 孵化後24日目には0.18 $\mu\text{g/g}$ と低く, 55日目 (1.25 $\mu\text{g/g}$) までやや増加した.

PCB化合物の組成について見ると, チュウダイサギ雄成鳥では高塩素化合物が低塩素化合物よりも種類, 量共にかなり多く残留しており (Fig. 2), 同じ傾向は卵, 雛及び雌成鳥でも認められた. しかし, 餌では高塩素化合物に加えて低塩素化合物の残留も認められた.

BHC異性体とDDT化合物では (Fig. 3), チュウダイサギの全試料において, 最も安定な β -BHCと p, p' -DDEがそれぞれ90%以上を占めた. しかし, 餌ではそれらの外に, α, γ, δ -各BHC異性体や p, p' -DDD及び p, p' -DDTもかなり残留していた.

考 察

1. 食虫性鳥類における有機塩素化合物

夏鳥は3月下旬から4月中旬頃に東南アジアから、冬鳥は9月下旬から10月中旬頃にシベリアやモンゴル方面からそれぞれ韓国に渡来する (McClure, 1974; 元, 1981). 供試した食虫性鳥類のうちでは夏鳥>留鳥>冬鳥の順に Σ DDT と PCB の残留濃度が高い。東南アジアなど熱帯域の開発途上国では、マラリア防除及び人口増加に伴う食糧増産の必要性から DDT の使用が依然として継続されており (Snelson, 1977), 夏鳥に残留する DDT 濃度が留鳥と冬鳥に比べ高いのは、このような DDT の世界的使用状況を反映していると思われる。一方、PCB は先進工業国を中心に生産使用されてきたが、現在その生産と新たな使用は禁止あるいは規制されている (田辺・立川, 1984). 熱帯域の開発途上国における PCB の使用状況は不明であるが、最近台湾では1968年に日本で発生したカネミ油症と似た事件が起こっている (Chen *et al.*, 1980). このことは、一部の開発途上国で現在でも何ら規制されることなしに PCB が使用されていることを示唆しており、夏鳥で認められた高い PCB 濃度の一要因となつているかも知れない。

渡り鳥から検出された有機塩素化合物の濃度が DDT>PCB>BHC の順で高い (Table 1, Fig. 1) 理由には、この種の物質の使用状況に加え、生物化学的安定性も関与していると思われる。一般に生体内では、BHC に比べ PCB や DDT の方が安定とされている (立川・田辺, 1980)。

しかし、留鳥では生体内安定性の高い PCB や DDT よりも安定性の低い BHC の濃度が高く、前述した安定度と矛盾するが、これには韓国における各化合物の利用形態の差異と使用量の推移が反映されていると考えられる。韓国における PCB の利用状況は公表されていないが、DDT は1972年に、BHC は1979年9月に使用禁止となつた (農薬工業協会, 1981). 留鳥で BHC の濃度が DDT のそれよりも高く検出されたことは、韓国における BHC の使用禁止が DDT に比べ遅れたためと考えられる。また、韓国内における PCB の環境汚染度は DDT とほぼ同程度と推察される。

2. 食魚性のチュウダイサギにおける有機塩素化合物

食物連鎖における有機塩素化合物の濃度レベルは栄養段階の上位動物ほど高くなり、鳥類では食虫性のも

のよりも食魚性や食肉性のもので顕著な蓄積が認められている (立川, 1973b). 今回の調査でもこのことを支持する結果が得られた。チュウダイサギ成鳥における全有機塩素化合物の平均濃度は雄 37.24 $\mu\text{g/g}$ 、雌 6.09 $\mu\text{g/g}$ であり、食虫性鳥類における雌雄込みの平均濃度 (0.18 $\mu\text{g/g}$) のそれぞれ約 200 倍と 30 倍に達した (Tables 1, 2 を比較参照). 本種の雌成鳥で有機塩素化合物の濃度が低いのは、産卵によりこれらの化合物が多量に体外に排出されるためと考えられる (Fox *et al.*, 1975; Clark and Peakall, 1977; Peakall and Kiff, 1979; Szaro *et al.*, 1979; Hansen and Kraul, 1981; Swartz and Schutzmann, 1981; Henny *et al.*, 1982; Lemmetyinen *et al.*, 1982; Mundy *et al.*, 1982). この産卵による有機塩素化合物の排出は、チュウダイサギの卵内と雌成鳥体内における各化合物の濃度に大きな差が認められなかつた事実 (Table 2) によつても裏づけられる。

チュウダイサギ体内に残留する PCB の組成は PCB 標準品のそれと明らかに異なり (Figs. 2, 3), 特に低塩素化合物の消失が著しく、また化合物間の濃度差がはつきりしていた。これらのことは不安定な低塩素化合物が鳥体内で活発に代謝分解され、体外に排出されたことを示唆している。

チュウダイサギの餌生物から検出された BHC については、 β -BHC の他に α -BHC, γ -BHC 及び δ -BHC の残留も顕著であつたが、チュウダイサギ体内の BHC 組成は 90%以上 β -BHC であつた。このことは、鳥体内で不安定な α -BHC, γ -BHC 及び δ -BHC が代謝分解されたことを示唆している。

同様な傾向は DDT 化合物でも認められ、餌生物に残留する p,p'-DDD や p,p'-DDT はチュウダイサギ体内で代謝分解され、p,p'-DDT は安定代謝物である p,p'-DDE に変化し、p,p'-DDD は分解排出されていることを示している。

3. 雛の成長に伴う有機塩素化合物の残留濃度変化

Lemmetyinen *et al.* (1982) によると、キョウアジサシ *Sterna paradisaea* とセグロカモメ *Larus argentatus* では、有機塩素化合物の濃度は孵化直後の雛で最も高く、孵化後 2~4 週目にはやや低くなるが、巣立ち後に再び高くなるという。また、アメリカオオコノハズク *Otus asio* でも有機塩素化合物は巣立ちした幼鳥よりも孵化後 1~4 日目の雛でより高い濃度を示すことが報告されている (McLane and Hughes, 1980). チュウダイサギも上記とほぼ同じ傾向を示した。すなわち、孵化後 1 日目の雛における PCB,

BHC 及び DDT の濃度は卵のそれらより 1.8~7.2 倍も高かったが、その後急減し、24~35 日目以降からはやや増加する傾向を示した (Table 2)。

雛の成長に伴う有機塩素化合物濃度の推移に一貫性がないのは、産卵による母親から卵への有機塩素化合物の移行率が大きく、母親側の濃度が多様なためと考えられる。従って、その変動の解析は困難であるが、次のような考え方も可能であろう。卵中の有機塩素化合物は胚発生の過程においても排出されず、不安定な化合物あるいは異性体は代謝により安定な物質に変化、蓄積されると考えられる。また、産卵時の卵重量は約 47 g (うち卵殻重量約 3.3 g) であつたが、孵化後 1 日目の雛体重は約 36 g に減少したので、孵化直後の雛における有機塩素化合物の濃度は高くなつたと推察される。一方、PCB と DDT の濃度は孵化後 24 日目まで、BHC の濃度は孵化後 12 日目まで減少した。これは、雛の成長に伴う代謝能力の向上に関連して、不安定な物質が分解され体外へ排出されたために、その残留濃度は低くなつたと理解される。しかし、有機塩素化合物は自然界には全く存在しないので、雛に残留する各汚染物質は殆ど餌を通して蓄積されたと思われる。雛における摂餌量の変化を見ると (Min *et al.*, 1984)、孵化後 40 日目まで摂餌量は増加するが、それ以後になると雛は飛翔訓練のために巣を離れていることが多く、従って親鳥による給餌の機会が減少し、雛の摂餌量も急減した。しかし、50 日目の巣立ち以後になると、幼鳥は自ら採餌できるので摂餌量も増大する。それ故、PCB や DDT に比べて生物化学的に不安定な BHC の濃度は雛及び幼鳥の摂餌量変化に伴って変化したと思われ、摂餌量の少ない孵化後約 45 日目にはその濃度も減少した。一方、PCB と DDT は生物化学的に安定しているため、摂餌量減少の影響をあまり受けず、雛の成長に伴ってその残留濃度は高まつたと思われる。

要 約

韓国内で 1978 年 11 月から 1979 年 1 月に捕獲した食虫性鳥類 8 種と、1981 年 4 月から 8 月に採集した食魚性のチュウダイサギ *Egretta alba modesta* に残留する有機塩素化合物の濃度を測定し、その蓄積特性について研究した。

1. 食虫性鳥類の胸筋から検出された全有機塩素化合物の平均濃度は夏鳥 0.42 $\mu\text{g/g}$ 、留鳥 0.08 $\mu\text{g/g}$ 、冬鳥 0.045 $\mu\text{g/g}$ の順であつた。これは、冬鳥の営巣・繁殖地であるシベリアやモンゴル、及び供試留鳥の産

地である韓国に比して、夏鳥の越冬地である東南アジアにおいて DDT と PCB による汚染がより進んでいることを示唆している。

2. チュウダイサギ雄成鳥における全有機塩素化合物の平均濃度は食虫性成鳥のそれよりもかなり高かつた。本種とその餌に残留する全有機塩素化合物濃度は雄成鳥>雌成鳥>雛=卵>餌の順で高く、雌雄間で認められた残留濃度の差異は、雌成鳥の産卵による排出に起因すると考えられた。また、各化合物の組成を見ると、本種では生体内で安定な化合物が多く残留しているのに対し、主に魚からなる本種の餌には不安定なものがかなり蓄積されていた。このことから、鳥類は魚類に比べ不安定な有機塩素化合物を活発に代謝分解していることが明らかになつた。

3. 各有機塩素化合物の濃度は、卵に比して孵化後 1 日目の雛で 1.8~7.2 倍も高かつたが、その後急減し、24~35 日目以降ではやや増加する傾向を示した。この成長に伴う有機塩素化合物濃度の変動には、雛及び幼鳥における摂餌量の増加、及び代謝能力や体内脂肪の消耗など生理的な変化が関与していると推察された。

文 献

- Chen, P. H., J. M. Gaw, C. K. Wong and C. J. Chen 1980 Levels and gas chromatographic patterns of polychlorinated biphenyls in the blood of patients after PCB poisoning in Taiwan. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 25: 325-329
- Clark, A. L. and D. B. Peakall 1977 Organochlorine residues in Eleonora's Falcon *Falco eleonora*, its eggs and its prey. *Ibis*, 119: 353-358
- Custer, T. W., G. L. Hensler and T. E. Kaiser 1983 Clutch size, reproductive success, and organochlorine contaminants in atlantic coast Black-crowned Night-Herons. *Auk*, 100: 699-710
- Fox, G. A., F. W. Anderka, V. Lewin and W. C. MacKay 1975 Field assessment of egg-shell quality by beta-backscatter. *J. Wildl. Manage.*, 39: 528-534
- Hansen, S. and L. Kraul 1981 Shell thickness and residues of dieldrin, DDD and PCB in Danish Goosanders *Mergus merganser*. *Ornis Scandinavica*, 12: 160-165
- Helander, B., M. Olsson and L. Reutergardh 1982 Residue levels of organochlorine and mercury compounds in unhatched eggs and the relationships to breeding success in white-

- tailed sea eagles *Haliaeetus albicilla* in Sweden. *Holarctic Ecology*, 5: 349-366
- Henny, C. J. and D. L. Meeker 1981 An evaluation of blood plasma for monitoring DDE in birds of prey. *Environ. Pollut. Ser. A*, 25: 291-304
- Henny, C. J., F. P. Ward, K. E. Riddle and R. M. Prouty 1982 Migratory Peregrine Falcons, *Falco peregrinus*, accumulate pesticides in Latin America during winter. *Can. Field-Nat.*, 96: 333-337
- Lemetyinen, R., P. Rantamaki and A. Karlin 1982 Levels of DDT and PCB's in different stages of life cycle of the arctic tern *Sterna paradisaea* and the herring gull *Larus argentatus*. *Chemosphere*, 11: 1059-1068
- McClure, H. E. 1974 *Migration and Survival of Birds of Asia*. App. Sci. Res. Corporation of Thai., Bangkok
- McLane M. A. R. and D. L. Hughes 1980 Reproductive success of screech owls fed Aroclor 1248. *Arch. Environm. Contam. Toxicol.*, 9: 661-665
- Min, B. Y., K. Honda, S. Shiraishi and R. Tatsukawa 1984 Biometry of growth and food habits of young of the Eastern Great White Egret, *Egretta alba modesta*, in Korea. *J. Fac. Agr., Kyushu Univ.*, 29: 23-33
- Mundy, P. J., K. I. Grant, J. Tanmock and C. L. Wessels 1982 Pesticide residues and eggshell thickness of griffon vulture eggs in Southern Africa. *J. Wildl. Manage.*, 46: 769-773
- 農薬工業協会 1981 農薬年報. 時事文化社, Seoul
- Peakall, D. B. and L. F. Kiff 1979 Eggshell thinning and DDE residue levels among Peregrine Falcons *Falco peregrinus*: a global perspective. *Ibis*, 121: 200-204
- Rinsky, A and A. S. Perry 1981 Induction of the mixed-function oxidase system in the liver of the barn owl *Tyto alba* by PCBs. *Pestic. Biochem. Physiol.*, 16: 72-78
- 成 基義 1979 サギ・アオサギの生息実態. 自然保護, (5): 59-64
- Snelson, J. T. 1977 The importance of chlorinated hydrocarbons in the world agriculture. *Ecotoxicol. Environ. Safety*, 1: 17-30
- Stickel, L. F. 1973 Pesticide residues in birds and mammals. In "Environmental Pollution by Pesticides," ed. by C. A. Edwards, Plenum Press, New York, pp. 254-312
- Swartz, W. J. and R. L. Schutzmann 1981 Uptake of DDT from the yolk sac into the early chick embryo as measured by gas chromatography. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 27: 393-396
- Szaro, R. C., N. C. Coon and E. Kolbe 1979 Pesticide and PCB of Common Eider, Herring Gull and Great Black-backed Gull eggs. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 22: 394-399
- 田辺信介・立川 涼 1984 自然環境における保存性有機塩素化合物の動態. 環境技術, 13: 383-388
- 立川 涼 1973 a PCB の分析方法. *PPM*, 4: 56-60
- 立川 涼 1973 b 愛媛県松山市周辺における鳥類の残留有機塩素化合物にかんする調査. 残留毒性研究会
- 立川 涼・田辺信介 1980 I. 基礎産業編「PCB」, 日本化学会編, 丸善, 東京, 3-53 頁
- 立川 涼・田辺信介・吉田多摩夫 1979 人工有機塩素化合物. 海洋環境調査法, 日本海洋学会編, 恒星社厚生閣, 東京, 232-269 頁
- 脇本忠明・立川 涼・小川恒彦 1973 PCB 残留分析法. 公害と対策, 17: 517-522
- Walker, C. H. and G. C. Knight 1981 The hepatic microsomal enzymes of sea birds and their interaction with liposoluble pollutants. *Aquatic. Toxicol.*, 1: 343-354
- 元 炳旣 1975 韓国の天然記念物・鳥類編, 文化公報部, 文化財管理局, ソウル
- 元 炳旣 1981 韓国の動植物図鑑 第 25 巻. 文教部, ソウル

Summary

In order to clarify the processes of bioconcentration of organochlorine compounds in birds, residue levels of these compounds were examined in eight species of insectivorous birds and a piscivorous bird, the Eastern Great White Egret, *Egretta alba modesta*, collected from Korea, during the period from November 1978 to January 1979 and from April to August 1981, respectively.

1. Residue levels of the total organochlorine compounds (PCBs + Σ BHC + Σ DDT) detected from the insectivorous birds averaged 0.42 μ g/g in the summer visitors, 0.08 μ g/g in the residents and 0.045 μ g/g in the winter visitors on the wet weight basis of the pectoral muscles. The difference in the residue levels indicates that summer visitors accumulate organochlorine compounds in their winter range, in

Southeast Asia; and that Southeast Asia is much more polluted than are Siberia and Mongolia, the breeding areas for the winter visitors, and also Korea, where some species are permanent residents.

2. The average residue level of the total organochlorine compounds was considerably higher in the adult male egrets (37.24 $\mu\text{g/g}$) than in the adult insectivorous birds. The organochlorine compound concentration was highest in the adult males, and next highest in the adult females; and concentration was still less in chicks, eggs and their prey animals; the difference of the concentration between sexes seems to be caused by a loss of the organochlorine compounds through egg production in the adult female. Stable chemical compounds and isomers predominated in the sample of the egrets, but considerable amounts of relatively unstable ones also were accumulated in prey animals, mainly fishes. Accordingly, it is revealed that birds have a high metabolic ability for organochlorine compounds such as BHC compared with fishes.

3. The concentrations of the organochlorine compounds in the chicks the 1st day after hatching were 1.8-7.2 times higher than in the eggs although there may be considerable individual variation, and decreased afterwards and again tended to increase slightly after the 24th-35th day. This accumulation seems to be related to the increase of food amount and variations of the physiological factors such as metabolic activities and consumption of the body lipids during the growth period of chicks.