



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	中の峰平湿原における有機塩素系農薬類に関する研究
Author(s)	塩谷, 光広; 深澤, 達矢; 橘, 治国 他
Description	第12回衛生工学シンポジウム (平成16年11月4日 (木) -5日 (金) 北海道大学クラーク会館) . 一般セッション . 1 大気 土壌環境 . P1-6
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 12, 53-56
Issue Date	2004-10-31
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/1228
Type	departmental bulletin paper
File Information	1-6_p53-56.pdf



1-6 中の峰平湿原における有機塩素系農薬類に関する研究

○塩谷 光広, 深澤 達矢, 橘 治国(北海道大学), 柴田 英昭, 野村 睦
高木 健太郎(北海道大学北方生物圏フィールド科学センター)

1. はじめに

BHC 類や DDT 類等の有機塩素系農薬類は、先進国において 1970 年代前半に生産・使用が禁止された。これらの農薬類は環境中へ放出後、大気や海洋を通じて広範囲に拡散し、その難分解性と残留性により、長期に渡り環境中に残存すると言われる。また、ごく微量でも人及び生態系へ悪影響を及ぼす事が懸念される。これまで本研究室において、大気・水・土壌圏におけるこれらの農薬類の動態解明及びリスク評価の為に、主として、大気、降水、湖沼水・河川水等に関する調査・研究を行ってきた。

そこで本研究では、コケ及び土壌中の有機塩素系農薬類を対象とし、その残存量、鉛直分布を明らかにした。

2. 地点の概要¹⁾

中の峰平湿原は、問寒別川支流向八線川の上流、標高 450m の山頂の平坦部である。地質は蛇紋岩を基底とし、その上部に生立した高層湿原である。面積は約 5ha あり、同心円的に中心に矮生林から次第に樹高の高い林分となり、外縁部は通常の樹高を持った林が生立している。樹種はアカエゾマツが優占し中心部はハイマツ、ケヤマノハンノキが混じる。地床植生はスゲ類及びミズゴケが発達しているが、外縁部ではクマイグサが優占する。低木類はエゾイソツツジ、オオバスノキなどが見られる。

この湿原は大気等の調査を行っている天塩研究林内にある。

3. 試料の採取及び分析

コケ及び土壌試料の採取は 2003 年 10 月 8・9 日に行った。湿原内で攪乱を受けていない地



図 1 中の峰平湿原の位置



図 2 中の峰平湿原

点を選び、シャベルを用いて層構造を壊さないように土壌を 30cm 程度掘り起こし、採取した試料をポリ袋に入れてテープで密閉し、液体窒素を噴き付けて冷凍保存して持ち帰った。その後、試料をテフロンナイフで切り分けて 1 週間ほど自然乾燥させ、それを 2 層ごとに合わせた。0~3cm・3~5cm・5~7cm・7~9cm・9~11cm・11~13cm・13~15cm・15~17cm の計 8 サンプルをコケ及び土壌試料とした。分析は環境省のマニュアルに一部変更を加えた方

法に従い、試料約 10g をアセトンとヘキサンにより抽出し、クリーンアップ後、ガスクロマトグラフ/質量分析装置(日立 M7200)で分析した。測定対象成分は添加回収試験他の結果から α -BHC, β -BHC, γ -BHC, エンドサルファン, DDE, DDD, DDT の 7 成分とした。

4. 測定対象農薬の詳細²⁾

◎BHC(ベンゼンヘキサクロライド ; Benzen Hexachloride)

ヘキサクロロシクロヘキサン(HCH)ともいう。1825 年、M・ファラデーにより合成された。日本での農薬登録は 1949 年 2 月 24 日。用途は殺虫剤・防疫用薬剤・シロアリ防除剤など。有機塩素系の薬剤で、 α ・ β ・ γ ・ δ などの数種類ある異性体の混合物である。 γ -BHC のみに速効性の接触毒作用があり、 γ -BHC を 99%以上含む精製品をリンデンと呼ばれる。 γ -BHC の殺虫作用は 1942 年、イギリスのスレードらの研究によって判明し、日本では、1945 年に京都大学で合成され、その後、鐘淵化学、旭硝子などで原体の製造が行われた。1949 年に稲のウンカ駆除に効果が認められ、その使用は瞬く間に全国に拡大した。日本での登録失効は 1971 年 12 月 30 日。1948~1971 年までの日本国内における原体累積生産量は 38 万 9 千トン、製剤では 124 万トンであった。

◎DDT(ジクロロジフェニルトリクロロエタン ; Dichlorodiphenyltrichloroethane)

1873 年に初めて合成され、1939 年スイスのチバ・ガイギー社のミュラーによって殺虫作用が判明した。日本での農薬登録は 1948 年 9 月 27 日。用途は BHC 同様、殺虫剤・防疫用薬剤・シロアリ防除剤など。DDT だけでなく、その代謝物である DDE, DDD にも毒性がある。第二次世界大戦中、アメリカが防疫用薬剤として使用する為に大量生産の技術を確立、そして戦後まもなく、日本に持ち込まれ、主要都

市の空中散布による防疫対策や学童のシラミ退治に使われた。1946 年、稲のニカメイチュウに有効である事が明らかとなって農薬としての使用も始まり、当初は輸入していた原体も国産化され、生産量は増大した。日本での登録失効は 1971 年 5 月 1 日。1947~1971 年までの日本国内における原体累積生産量は 4 万 3 千トン、製剤は 15 万 6 千トンだった。

◎エンドサルファン(endosulfan)

ベンゾエピン(benzoepin)ともいう。ドイツのヘキスト社が開発した。日本での農薬登録は 1960 年 12 月 3 日。用途は殺虫剤など。現在も使用されており、1999 年時点で原体輸入量が 37.5 トン、単剤(1つの原体で製剤された農薬)の生産量が 507 トンある。

5. 結果および考察

5-1. 泥炭層プロファイル

中の峰平湿原の泥炭層厚は約 60~70cm あり、表層から 3cm 位まではコケの層になっている。また、図 3 に見られるように、表層から



図 3 泥炭層の構造

約 17cm の部分に 2cm 程度のテフラと呼ばれる灰白色の火山灰層を含む。

5-2. コケ中濃度

結果を表 1 に示し, Calamari et al.³⁾による, コケ・地衣類中における BHC 類及び DDT 類の緯度方向の濃度分布に, 本研究の測定値をプロット(▲印)し, 図 4 及び図 5 に示した. 調査地点と同じ北緯 45 度付近での濃度は図 1 より BHC 類が約 50ng/g dw, DDT 類が約 10ng/g dw であるのに対し, 本結果では BHC 類が 5.9ng/g dw, DDT 類が 2.4ng/g dw と, 1 オーダー, あるいはそれ以上低い値であった. また, エンドサルファンが 3.6ng/g dw と BHC 類や DDT 類と同オーダー程度検出された.

5-3. 土壌中濃度

BHC 類及び DDT 類の土壌中の鉛直分布をそれぞれ図 6 及び図 7 に示す. BHC 異性体の中では β -BHC が最も高濃度で, 次いで γ -BHC, α -BHC の順に検出された. これは β -BHC は他の異性体に比べて揮発性・水溶解度が低く, 環境残留性が高いとされる. また, γ -BHC に比べて α -BHC の方が残留性も工業用 BHCs に含まれる割合も高いにも関わらず, γ -BHC の方が高濃度で検出されたのは, 現在ほぼ全世界的に使用禁止になった工業用 BHC に対して, 北米などではいまだリンデンの使用があるという現在の使用実績に由来するものと思われる. DDT 類は DDT, DDD, DDE の順に高い濃度で検出された. これは北海道で行われた調査結果⁴⁾と比較すると, 土壌よりも底質での結果と類似している事がわかった.

5-4. 過去の使用実績と鉛直分布の比較

一般的に, 工業用 BHC には α -BHC が 55~80% と最も多く含まれている³⁾. つまり, α -BHC は BHC 類の使用実績を最もよく表していると考えられるので, BHC 類の鉛直分布と BHC

α -BHC	β -BHC	γ -BHC	BHCs	エンドサルファン
1.1	2.8	2.0	5.9	3.6
DDE	DDD	DDT	DDTs	
0.4	0.5	1.5	2.4	

表 1. 中の峰平湿原におけるコケ中濃度 (ng/g dw)

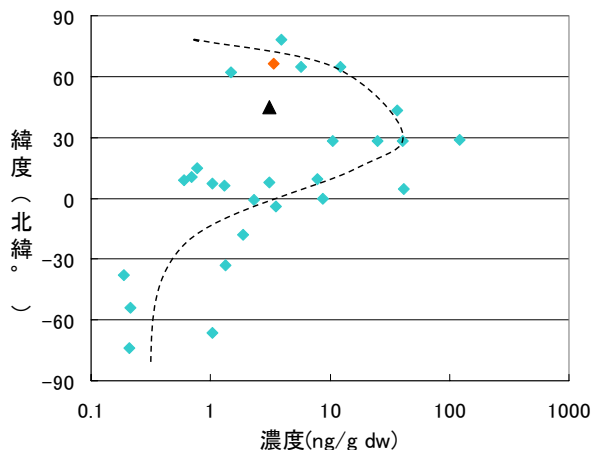


図 4 BHC 類の緯度方向濃度分布

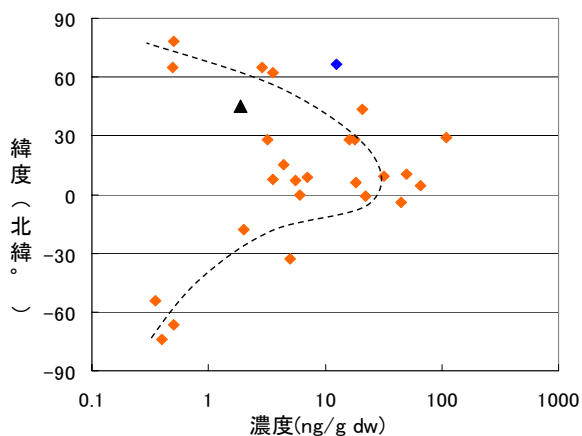


図 5 DDT 類の緯度方向濃度分布

類の使用量が多かったインド・中国・アメリカにおける α -BHC の使用量及びその合計量の変化⁵⁾との比較検討を行った(図 8). 図 6 より, BHC 類は深さ 7~11cm の部分で濃度が最大になり, この部分が過去に最も使用量の多かった 1970 年代を反映していると推測される.

5-5. 土壌中残存量

土壌中の残存量については, 各試料の濃度と乾燥重量をかけたものの合計に採取した土壌

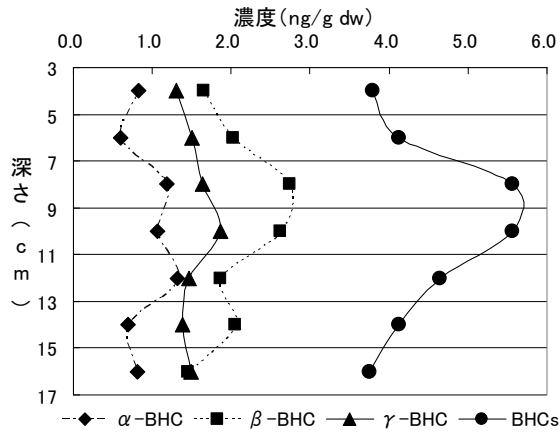


図6 BHC類の鉛直分布

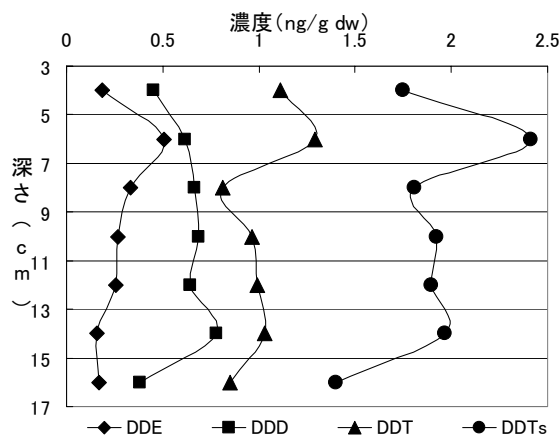


図7 DDT類の鉛直分布

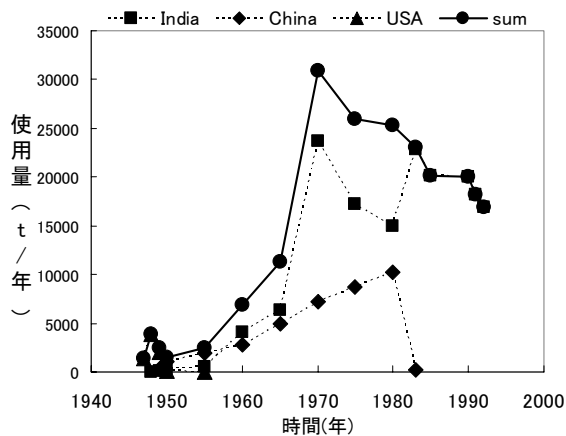


図8 インド，中国，アメリカにおける
α-BHCの使用量及びその合計量

の断面積で割って算出した。これよりBHC類は約 $70 \mu\text{g}/\text{m}^2$ 、DDT類は約 $30 \mu\text{g}/\text{m}^2$ が注入された事がわかった。ただし、土壤中に沈着する前に大気へ揮発した分も考慮すると、算出し

た値は最低限の注入量であるといえる。また、天塩研究林での大気・降水の調査においてDDT類よりBHC類の方が高濃度で検出されており、土壌へ注入される時点での濃度差がそのまま今回の結果に表れたといえる。

6. 結論

中の峰平湿原における現在のコケ及び土壌中のBHC類及びDDT類の濃度を明らかにし、BHC類は深さ7~11cmの部分で濃度が最大になった。また、中の峰平湿原において、人為的に注入された量はBHC類が約 $70 \mu\text{g}/\text{m}^2$ 、DDT類が約 $30 \mu\text{g}/\text{m}^2$ であった。

7. 参考文献

- 1)松田 彊: アカエゾマツ天然林の更新と成長に関する研究 北大農演習林研報 46 (3), pp.595-717 (1989)
- 2)植村 振作, 河村 宏, 辻万 千子, 富田 重行, 前田 静夫: 農薬毒性の事典 改訂版 pp.193, 239-240, 264-265(2002)
- 3)Davide Calamari, Eros Bacci, Silvano Focardi, Carlo Gaggi, Marco Morisini, Marco Vighi: Role of Plant Biomass in the Global Environmental Partitioning of Chlorinated Hydrocarbons Environ.Sci.Technol.Vol.25 No.8, pp.1489-1495 (1991)
- 4)北海道環境生活部環境室環境保全課: 北海道の内分泌かく乱化学物質問題に関する取組方針 環境ホルモン物質汚染状況等調査(1999~2002)
- 5)YI-FAN LI, ANN MCMILLAN, M.TREVOR SCHOLTZ: Global HCH Usage with $1^\circ \times 1^\circ$ Longitude/Latitude Resolution Environmental Science&Technology vol.30, No.12, pp.3525-3533(1996)