

## 保護されたトラフズク幼鳥の放鳥後の移動

岩手県環境保健研究センター 前田 琢

岩手県盛岡市で保護され、約5か月間飼養したトラフズクの幼鳥に発信機を付けて放鳥し、その後の行動を追跡した。個体は放鳥から4~5時間の間、放鳥場所から1km以内で小移動していたが、やがて北に移動し、深夜の市街地を通過して、5.4km離れた住宅地内にある都市公園に到達して<sup>ねぐら</sup> 塹をとった。翌日は夕方に塹を発って西へ向かい、塹から2.9km離れた水田地帯に下りているのが確認された。その後、放鳥地から9.4km離れた採土場跡地に定着し、日中は跡地内の林縁部で塹をとり、夜間は採餌のため盛んに動き回っているのが観察された。しかし、個体は放鳥から5日目に哺乳類と推定される捕食者に捕食された。当事例は保護された個体の野生復帰の難しさを示すものとなったが、移動や定着の過程でトラフズクの採餌環境、塹場所選択などについて知見を与えるとともに、保護個体の野生復帰プログラムについて貴重な示唆を与える事例となった。

### 1 はじめに

フクロウ目フクロウ科のトラフズク (*Asio otus*) は、国内では本州中部から北海道にかけて局地的に繁殖することが知られている<sup>1)</sup>。岩手県も繁殖分布域に含まれているが、県内での繁殖記録は1984年に盛岡市における1事例が知られるのみであった<sup>2)</sup>。また、個体の目撃記録も非常に少ない状況が続いていた<sup>3)</sup>。このため、岩手県は絶滅の危機が増大している種として、レッドリストのBランク(環境省カテゴリー絶滅危惧 類相当)に分類している<sup>3)</sup>。

盛岡市内では2003年になって数羽のトラフズク越冬個体が発見された。さらに2005、2006年には同じ地域内の屋敷林で1~2つがい繁殖していることが確認された。しかし、周辺の同様な環境においては生息が確認されておらず(都市再生機構、私信) 現在、岩手県内における唯一の繁殖・越冬地となっている。

2006年5月10日、営業地の付近で衰弱した巣立ち前の雛1羽が保護され、続く6月3日にも雛1羽

が弱って発見された。2羽の雛は保護され飼育下で手当てが施された結果、6月の雛は3日後に死亡したが、5月に保護された雛は体力を回復し、約5か月のリハビリ飼養の末に野生へ戻されることになった。

このような幼傷病鳥獣の保護活動において、回復した野生動物を生息地に帰すことは1つの目標点といえる。しかし、放鳥・放獣後の個体の消息が明らかになることは非常に稀であり、野生復帰の成功率を評価することは難しい状況にある。そのため、飼育下から自然環境に生活場所を移された個体の挙動、特性について多くの事例を集め、野生復帰の方法について議論を深めることが求められている。一方、国内におけるトラフズクの生態については、ペレットから餌動物を解析した研究は多いものの<sup>4) 5)</sup>、行動圏や環境選択などに関する知見はほとんどみられない。飼育されていた個体の生態を安易に野生個体と同一視することは危険であるが、多くの希少種において基本的な生態情報が不足している現状や、希

少ゆえの生態研究の困難さを考慮すると、保護個体も貴重な研究材料の1つとして生態解明に活用されることが望まれる。

このようなことから、本研究では放鳥するトラフズク幼鳥に電波発信機を装着し、本種の行動や利用環境についての知見を集めるとともに、野外に放された保護個体の経過を明らかにした。

## II 調査方法

トラフズクの雛は岩手県盛岡市南部にある営巣地付近で2006年5月10日に保護された。保護時はまだ全身が綿羽に覆われた状態で、体重は184gであった(辻本、私信:図1左)。盛岡市動物公園および岩手県鳥獣保護センターにおいて飼養し、成鳥羽が生え揃ってからは大型のケージに移して飛翔力を養った(図1右)。

2006年10月17日に個体に電波発信機(Biotrack社TW 3、重さ10g)をハーネスにより装着した。この時、体重300g、自然翼長277mm、尾長151mmであった。体サイズおよび胸部の縦班がためである



図1. 保護されたばかりのトラフズクの雛(左:辻本恒徳氏撮影)と約5か月間飼養された幼鳥(右)。

ことから雌と推定された。

放鳥は10月26日17時に営巣地から約800m離れた屋敷林内で行なった。放鳥に先立ち、放鳥場所に設置した小型ケージに予め個体を移しておき、放鳥までの3日間飼養して現地の環境に馴れさせた<sup>6)</sup>。放鳥はケージの扉を開放し、個体が自ら出て行く方法をとった。

放鳥後は受信機(Vertex Standard社FT 817)と八木アンテナを用いて電波の方向を探り、目視ま

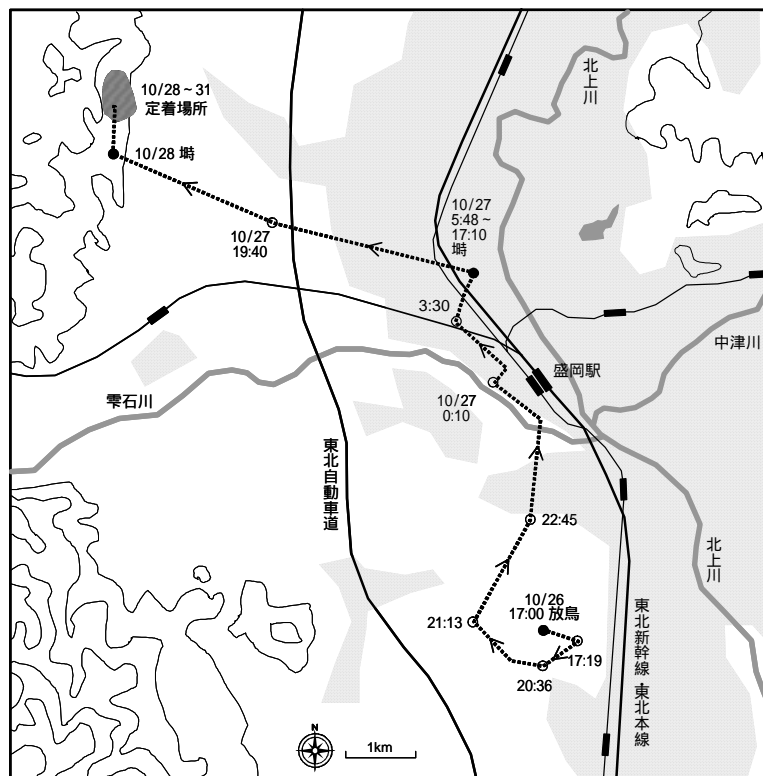


図2. トラフズク幼鳥の放鳥後の移動経路(破線)。網掛け部は市街地を示す。

たは交差法により個体の位置を随時測定、記録した。

### III 結果

10月26日17時にケージの扉を解放すると、5分後に個体は自らケージを出てすぐ近くの樹上に移動した。その後21時30分頃まで、放鳥場所から1km以内の屋敷林や水田で動いていたが、次第に北へ向かうようになり、27日0時には市街地を越えて雫石川河川敷の林に到達した(図2)。河畔林内に約2時間半滞在した後、さらに北西側に移って盛岡駅周辺の密集した市街地に入り、3時50分には東北新幹線に沿った樹林へと移動した。そして5時45分、放鳥場所から北へ5.4km離れた都市公園内で動きを止めたため、罫をとったとみられた。

27日は17時10分に都市公園内の罫より飛び立ち、西へ向かった。19時40分、罫から2.9km、放鳥場所からは7.2km離れた水田にいるのが確認された。水田内では地上に下りるなどしながら時々小移動を繰り返し、採餌をしていると考えられた。

28日の日中、放鳥場所から北西へ9.4km離れた山林で罫をとっているのを確認した。罫は標高274mある山の山頂部付近で、アカマツや落葉広葉樹からなる雑木林と斜面状草地の境界部にあるアカマツの横枝(地上から約3m)であった(図3)。罫としている枝の付近には、身を隠すような枝葉は全くなかった。28日17時46分にはこの罫を飛び立ち、付近で小移動をした後、500~800m北側にある採土場跡地へ移動した。この採土場跡地はススキ草地の中に灌木が点在し、所々に裸地が見られる環



図3. 就罫中のトラフズク幼鳥。

境であった。

29日は採土場跡地内にある小山(標高292m)の頂上付近で罫をとっていた。目視できなかつたため罫木の種類や位置は不明であった。17時7分に罫を飛び立ち、付近で活発に小移動を繰り返した。

30日には採土場跡地の尾根上にあるアカマツの横枝(地上から約3~4m)で罫をとっているのが発見された。29日の罫とはおよそ20mの距離であった。28日の罫と同様、罫周辺に枝葉は多くなく、体が隠れるような茂った場所ではなかった。17時1分に罫を飛び立ち、その後採土場跡地内を活発に動き回った。

31日夕方前には前日の罫から約300m離れた平地部にいることがわかった。しかし、後の状況から、この時点で既に個体は捕食されていたと推定された。捕食者と思われるものに運ばれて北側に約400m移動した後、動きが止まった。11月1日に付近を捜索した結果、切り株上に被食死体として発見された。

検死の結果、頭部と腹部は失われ、内臓も全て捕食されていた。太い骨が噛みちぎられていることから、捕食者は食肉類(イタチ、テンなど)の可能性が高いと推定された。

### IV 考察

調査したトラフズク幼鳥は、放鳥後5日間で捕食されるという短命な結果となった。このため、得られた行動の記録は非常に限られたものとなったが、個体のたどった経路や定着した場所から、トラフズクの利用環境や適応力などについていくつかの示唆を得ることができる。

放鳥個体が定着した場所は、罫となる樹林と餌場となるオープンランド(草地・裸地)が混在しており、景観的にトラフズクの生活に適した条件が揃った環境だったと考えられる<sup>7)</sup>。当初は親鳥の生息する出生地付近への定着を想定していたが、放鳥後数時間で出生地を離れ北へ向かった理由ははっきりしない。しかし、巣立ち前に保護され、以後出生地から離れた人工飼育施設で5か月間育てられた個体にとって、出生地への特別な執着がない方が自然かもしれない。

回収された遺体は内臓が失われていたため、放鳥後の食性は明らかにできなかったが、定着場所において夜間活発に飛び回っていたことから、採餌活動は支障なく行なえていたと推測される。定着場所への移動途中には、3か所で水田に下りて活動していた。イネの収穫後に広い裸地となるこの時期の水田が、トラフズクの餌場として重要な環境の1つであることが示唆される。

盛岡市内の越冬地において、トラフズクはサワラなどの針葉樹の上部の密に枝が茂った部分を集団場で利用している。このような場所では外部から個体を見つけることは簡単ではない。しかし、今回追跡した個体はアカマツを利用し、身を隠す枝葉がほとんどない低位置の枝を場にしていた。恐らく、こうした場は安全面において劣っていると推察され、そのことが早期の捕食に結びついた可能性も考えられる。雛からの人工飼養個体であったために、親鳥から場環境の知識を学ぶ機会は皆無だったと言え、こうした適応力をどう身に付けさせるかが、飼養プログラムにおいて野生復帰を成功させるための重要な視点の1つになると思われる。

放逐された保護個体の消息が判明した事例は多くないものの、比較的短期で死亡する例が目立つ傾向にある<sup>8)9)</sup>。野生に戻す際にしばしば懸念される飛翔力や採餌能力については、今回大きな障害はなかったと考えられるが、それでも人に育てられた個体が新たな環境に適応することの難しさを示す事例を増やす結果となった。今回、放鳥前に3日間の馴化期間を設けたが、突然見知らぬ場所で暗い箱から放たれることに比べ、個体のストレスはかなり緩和されたと考えられる。こうした技術の応用事例を集めることも、生存率のより高い野生復帰を目指すために重要となるだろう。

### 謝辞

本研究では個体の追跡調査において最上益雄氏に多大なご協力を頂いた。保護個体の飼養、発信機の装着、放鳥に先立つ馴化などに関しては、辻本恒徳

氏、渡邊芳明氏、井上祐治氏、作山宗樹氏ほかの方々にご支援頂いた。また、中島宏氏には放鳥に用いる土地の利用において便宜を図って頂いた。

本研究はいわて野生動物保護ネット(IWC-net)における野生復帰モニタリング活動の一環として行なわれた。

### 文献

- 1) 中村登流・中村雅彦：原色日本野鳥生態図鑑(陸鳥編). pp301, 保育社, 大阪, 1995.
- 2) 岩手県生活環境部編：フクロウ科生息実態調査報告書, pp84, 岩手県, 1998.
- 3) 岩手県生活環境部編：いわてレッドデータブック. pp613, 岩手県, 2001.
- 4) 松岡茂：北海道における繁殖期のトラフズク *Asio otus* の食性について：ペリットの分析. 山階鳥類研究所研究報告, 41: 324-329, 1974.
- 5) 川口敏・山本貴仁：愛媛県で越冬したトラフズクのペリットから見つかった餌動物. 日本鳥学会誌, 52: 29-31, 2003.
- 6) コールズ, B. H. : バードクリニックプラクティス：鳥の治療と看護. pp342, インターズー, 東京, 2002.
- 7) Cramp S (ed.) : The Birds of the Western Palearctic, vol.4. Oxford University Press, Oxford, 1985.
- 8) Maeda, T., Inoue, Y., Obara, N., Arakida, N. and Tsujimoto, T. : Long-distance movement of a rescued juvenile golden eagle after release into the wild. Journal of Yamashina Institute for Ornithology, 36: 22-27, 2004.
- 9) Kawaji, N., Yamaguchi, Y. and Yano, Y. : The fate of captive-bred copper pheasants *Syrnaticus soemmerringii* released in Tochigi Prefecture, Eastern Japan. Journal of Yamashina Institute for Ornithology, 34: 80-88, 2002.

酵母Two-Hybridアッセイ法を用いた環境試料中のエストロゲン活性

高橋悟、伊藤朋子、池田享司<sup>1)</sup>、金一和<sup>2)</sup>、白石不二雄<sup>3)</sup>

1) 現 宮古地方振興局 2) 中国医科大学 3) 国立環境研究所

環境中に存在する化学物質にはエストロゲン様作用を持つものがあるため、酵母Two-Hybridアッセイ法を用いて河川水・産業廃棄物処分場浸出水・事業所排水・大気粉じんを測定し、環境試料に内在するエストロゲン活性を評価した。その結果、事業所排水には高いエストロゲン活性を示すものがあり、排水に含まれる尿尿由来の17 $\beta$ -エストラジオール類や製造過程で使われた非イオン界面活性剤に起因するノニルフェノール等が活性物質と考えられた。

また、安定型の産業廃棄物処分場浸出水、観測井戸はエストロゲン活性を示さなかったのに対し、産業廃棄物不法投棄現場の観測井戸は高い活性を示した。

しかし、環境への負荷が大きい事業所排水等の最終的な排出先となる岩手県内公共用水域25地点について調査した結果では、エストロゲン活性はほとんど見られず、活性があった地点もそのエストロゲン作用は非常に弱いものであった。

これまでエストロゲン活性を測定した事例がほとんど見当たらない大気試料について県内5カ所から採取した大気粉じんを測定したが、活性を示すものはなかった。

一方、中国・瀋陽市から採取した河川水、大気粉じんは、どちらも高い活性を示し、岩手県とは際立った違いを見せた。

はじめに

外因性内分泌攪乱化学物質(いわゆる環境ホルモン)については、人や野生生物への影響、作用のメカニズム等、科学的に未解明な部分が多いものの、ホルモン作用という性格上世代を越えて影響を及ぼすことが懸念されている。

とくに、オスのメス化という視点から女性ホルモン(エストロゲン)活性に関する研究が精力的に続けられており、環境中のエストロゲン活性物質の検索、濃度の把握がリスク評価の上で不可欠となっている。

白石らはエストロゲンレセプターを組み込んだ酵母を用いて、エストロゲン活性を簡便に測定する方法を開発しており<sup>1)</sup>、この方法を用いて岩手県及び中国・瀋陽市から採取した環境試料を測定した。エストロゲン活性が認められた試料については、GC/MSにより活性物質の検索を行ったので、その結果について報告する。

方法

1. エストロゲン活性

図1のとおり試料を処理し、S9試薬の有無に

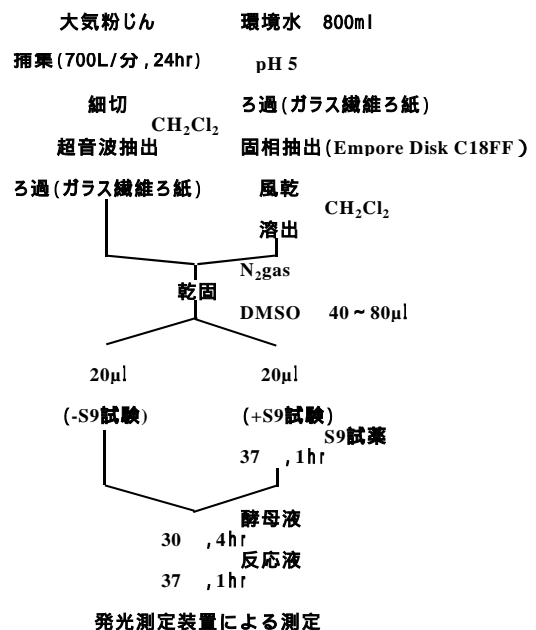


図1 エストロゲン活性測定法

よる試験(-S9試験および+S9試験)を実施し、17  
-エストラジオール(以下E2)と比較すること  
により活性の強さを評価した。

## 2. アルキルフェノール類

外因性内分泌攪乱化学物質調査暫定マニュアル<sup>2)</sup>に準拠しGC/MSで測定した。

## 3. エストロゲン活性物質の同定

水試料は、ジクロロメタンによる液液抽出を行  
いGC/MS(scanモード)で測定。大気粉じんはジ  
クロロメタンで超音波抽出したものを5%含水  
シリカゲルカラムに負荷し、極性の異なる溶媒  
で分画したものをGC/MS(scanモード)で測定し  
た。

### 結果及び考察

#### 1. 事業所排水

県内47事業所の排水についてエストロゲン活  
性を測定した結果を表1に示した。-S9試験で約  
半数の事業所が活性を示し、その強さはE2に換  
算して0.1ng/L未満~350ng/Lの範囲であった。  
最も高い350ng/Lを示したクリーニング工場や  
96ng/Lの機械部品製造工場の排水には尿尿が含  
まれていないことから、活性原因物質が事業所  
内で使われている薬品によるものと考え、GC/MS  
により排水の分析を行った。

その結果、エストロゲン様作用を示す化合物  
として知られるノニルフェノール(以下NP)、  
4-t-オクチルフェノール(以下OP)が高濃度で検

表2 アルキルフェノール類測定結果

事業所	NP ( $\mu\text{g/L}$ )	BPA ( $\mu\text{g/L}$ )	OP ( $\mu\text{g/L}$ )	ER活性 (ng/L)
クリーニング業	325	2.2	5.3	350
機械部品製造業	15	0.08	10	51
機械部品製造業	109	0.1	1.2	96

NP:ノニルフェノール, BPA:ビスフェノールA, OP:4-t-オクチルフェノール  
ER活性:エストロゲン活性

出された(表2)。これらの事業所では洗浄剤とし  
て非イオン系界面活性剤(アルキルフェノール  
エトキシレート)が使用されており、これらの界  
面活性剤が微生物分解によりエチレンオキサ  
イド鎖の短縮を引き起こしてNP、OPを生成したも  
のと思われた<sup>3~4)</sup>。

しかし、これらの化合物の濃度と活性強度か  
ら求めたエストロゲン活性(理論値)は実測値の  
半分以下であり、分解過程で生じているモノエ  
トキシレート、モノエトキシ酢酸等も活性の原  
因物質として関与している可能性がある<sup>5)</sup>。

他の業種では、尿尿が含まれている事業所が  
比較的高い活性を示した。これは、尿尿に含ま  
れている女性ホルモンそのものであるE2やエス  
トロン(以下E1)によるものと考えられる<sup>6)</sup>。

#### 2. 河川水

県内の公共用水域について測定した結果を表  
3に、中国・瀋陽市の河川、地下水の測定結果を  
表4に示した。岩手県の公共用水域は、-S9試験、  
+S9試験ともほとんど活性を示さず、活性があっ  
た1地点もかなり弱いものであった。

表1 事業所排水のエストロゲン活性

No	事業所	n	(ng/L as E2)	
			-S9試験(検出状況)	+S9試験(検出状況)
1	ゴルフ場	5	nd - 0.54 (2/5)	nd (0/5)
2	クリーニング工場	5	nd - 350 (1/5)	nd (0/5)
3	食品製造・加工場	5	nd - 3.1 (2/5)	nd - 0.42 (1/5)
4	製薬工場	2	nd (0/2)	nd (0/2)
5	機械部品製造工場	3	nd - 96 (2/3)	nd - 29 (1/3)
6	電子部品製造工場	3	0.3 - 1.1 (3/3)	nd (0/3)
7	製紙工場	2	nd - 1.7 (1/2)	nd (0/2)
8	合併処理・終末処理等(学校)	2	5.2 - 17 (2/2)	nd - 0.4 (1/2)
9	" (住宅団地)	2	0.38 - 15 (2/2)	nd - 3.6 (1/2)
10	" (大型店舗・事務所)	6	nd - 3.6 (3/6)	nd (0/6)
11	" (終末処理場)	2	0.1 - 12 (2/2)	nd (0/2)
12	" (畜産)	2	0.9 - 6.4(2/2)	nd (0/2)
13	" (宿泊施設)	4	nd - 0.9(2/4)	nd - 0.2 (1/4)
14	その他の事業所	4	nd - 0.2 (1/4)	nd (0/4)
	計	47	nd - 350 (25/47)	nd - 29 (5/47)

(nd: <0.1)

一方、中国・瀋陽市の河川は、調査した7地点とも強い活性を示し、オスのメダカでメス特異たんぱく質(ビテロジェニン)が有意に高く誘導される濃度(E2として10ng/L)を超える地点があった。これらの河川には尿尿臭のする排水が流入しており、尿尿由来のE2類が活性の大きな比

**表3 県内公共用水域のエストロゲン活性**  
(ng/L: as E2)

地 点	-S9試験	+S9試験	
北上川水系	三馬橋	nd	0.1
	中津川	nd	nd
	雫石川	nd	nd
	南大橋	nd	nd
	徳田橋	nd	nd
	大正橋	0.1	nd
	豊沢川	nd	nd
	花巻南大橋	nd	nd
	和賀川	nd	nd
	江崎大橋	nd	nd
	大曲橋	nd	nd
	柵の瀬橋	nd	nd
	千歳橋	nd	nd
磐井川	nd	nd	
北上大橋	nd	nd	
金田一川	nd	-	
久慈川	nd	-	
人首川	nd	-	
吸川	nd	-	
千厩川	nd	-	
気仙川	nd	-	
甲子川	nd	-	
御所ダム	nd	-	
山田湾	nd	-	
大船渡湾	nd	-	

(nd: <0.1)

**表4 瀋陽市河川等のエストロゲン活性**  
(ng/L: as E2)

地点	-S9試験	+S9試験
河川水	4.0	0.9
	11	4.5
	9.3	2.5
	13	5.9
	7.0	2.3
	4.8	1.0
	14	10
地下水	0.1	nd
	0.1	nd
	nd	nd

(nd: <0.1)

重を占めていると考えられた。

### 3. 産業廃棄物処分場

岩手県内の安定型処分場4カ所(A~D)及び不法投棄現場(E)について測定した結果を表5に示

**表5 産廃処分場等のエストロゲン活性**

(ng/L as E2)

処分場	処分場	-S9試験
A	浸出水	0.3
	観測井戸	0.3
B	浸出水	0.1
	観測井戸	nd
C	浸出水	nd
	観測井戸	nd
D	浸出水	nd
	観測井戸	nd
E	浸出水	nd
	観測井戸	nd - 1,200

(nd: <0.1)

した。

安定型処分場(A~D)は浸出水・観測井戸とも活性がないか、あっても弱いものであったが、不法投棄現場(E)内の観測井戸は1,000ng/Lを超えるところがあった。現場内には堆肥様廃棄物、廃プラスチック類等が埋められており、E1やE2、ビスフェノールAの濃度が高いことから、これらの物質の影響と考えられた。

### 4. 大気粉じん

県内5ヶ所から採取した大気粉じんは全くエストロゲン活性を示さなかったのに対し、瀋陽

**表6 大気粉じんのエストロゲン活性**

(ng/m3 as E2)

No	地点	-S9試験	+S9試験	
1	瀋陽市	0.12	0.05	
2		皇姑区	0.27	0.12
3			0.45	0.29
4		大東区	0.31	0.29
5			0.21	0.12
6		和平区	0.26	0.38
7			0.27	0.61
8		鉄西区	1.2	0.91
9			0.30	0.14
10	岩手県	nd	nd	
11		盛岡市	nd	nd
12		宮古市	nd	nd
13		水沢市	nd	nd
14		花巻市	nd	nd
	二戸市	nd	nd	

(nd: <0.001)

市は-S9試験、+S9試験とも活性を示した(表6)。

ディーゼル排ガスやタバコの煙についてエストロゲン活性を測定した例はあるが、大気粉じんが活性を示した事例は今まで見当たらなかったことから、活性原因物質の検索を行った。粉じんのジクロロメタン抽出物をシリカゲルカラム分画し、画分ごとにバイオアッセイ、GC/MS(scan法)により測定した結果、活性を示す画分には芳香族炭化水素類に-OH基、-COOH基、-NO<sub>2</sub>基等の官能基が付いてあるものやOやNを含むヘテロ環を持つものが多く含まれていた(図

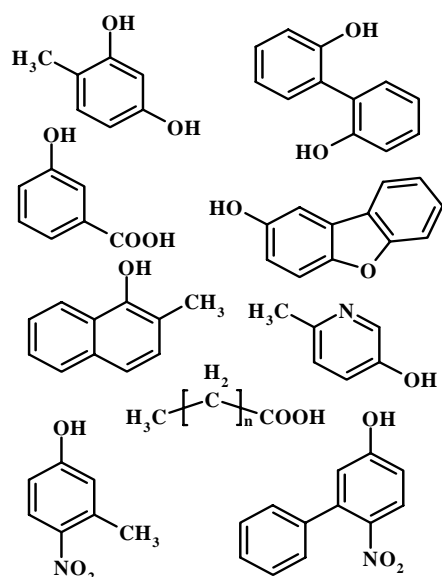


図2 活性画分中の主な化学物質

2)

Tanedaらはディーゼル排ガスのDEPからエストロゲン様活性を示す物質を分画・単離し、その物質がニトロフェノール類であると報告している<sup>7)</sup>。我々も、今回の分画試験でニトロフェノール類の存在を確認していたため、入手可能

なニトロフェノール類及び化学構造式から見て活性があると推定されるピフェノール類について、検討を加えた。

その結果、粉じんには図3に示した活性を持つ化合物が含まれていた。これらの化合物の活性はノニルフェノールや4-t-オクチルフェノー

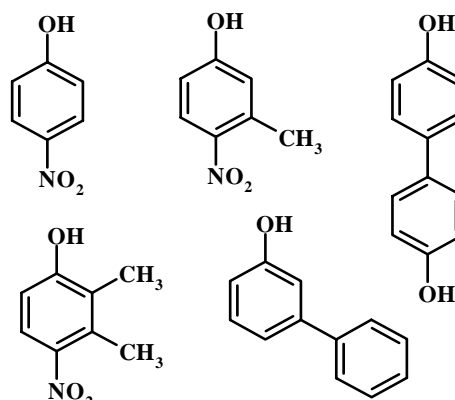


図3 大気粉じん中の活性物質

ルの数分の一から数百分の一であった。

また、4-ニトロ-m-クレゾールの異性体である4-ニトロ-p-クレゾールや4,4'-ビフェノールの異性体である2,2'-ビフェノールには活性がなく、-OH基の位置により活性の強さが変化していると考えられた。

瀋陽市の粉じん中の活性物質をGC/MSで測定した結果を表7に示した。エストロゲン活性とこれらの化合物濃度は同じ傾向を示しており、活性の原因物質の一つと考えられた。

なお、岩手県の粉じんでは、これらの化合物の濃度が瀋陽市のおよそ百分の一程度であったため、活性が表れなかったものと推察された。

表7 大気粉じん中の活性物質濃度とエストロゲン活性

(µg/L)

化合物	瀋陽市				岩手県
	皇姑区	大東区	和平区	鉄西区	盛岡市
4-ニトロフェノール	1.12	2.59	4.21	8.64	0.014
4-ニトロ-m-クレゾール	0.42	1.10	1.78	3.00	0.013
2,3-ジメチル-4-ニトロフェノール	0.10	0.34	0.58	0.83	<0.001
3-フェニルフェノール	0.067	0.26	0.29	0.33	<0.001
4,4'-ビフェノール	0.014	0.032	0.044	0.073	<0.001
エストロゲン活性(ng/L)	0.12	0.21	0.26	1.20	<0.001



## おわりに

酵母アッセイ法を用いて環境試料を測定した結果、簡便かつ鋭敏にエストロゲン活性を測定できたことから、環境中のエストロゲン様作用を持つ物質のスクリーニングに有効であり、GC/MS等の機器分析と併用することにより、活性物質の確認及び定量も可能であった。

エストロゲン活性からみた岩手県の状況は、水系、大気系とも全く問題なかった。

一方、中国・瀋陽市は水系、大気系とも強い活性を示しており、とくに大気はヒトを含む動物が直接暴露されるため、活性物質の同定等、今後も研究を続ける必要があると考えられた。

## 文献

- 1) 二雄，白石寛明，西川淳一，西原力，森田昌敏：酵母Two-Hybrid Systemによる簡便なエストロゲンアッセイ系の開発，環境化学，10(1)，57-64(2000)
- 2) 水質保全局水質管理課：外因性内分泌攪乱化学物質調査暫定マニュアル(1998)
- 3) 磯部友彦、佐藤剛志、高田秀重：ノニルフェノールエトキシレートの分解産物(NP、NP1E0、NPEC)の水環境中における挙動，第35回水環境学会講演会要旨集，p30(2001)
- 4) 武亨、二階堂悦生、石井正敏、高井貢、笠井一次：下水処理場におけるノニルフェノールおよびその関連物質の挙動(その2)，第5回環境ホルモン学会研究発表会要旨集，p161(2002)
- 5) 磯部友彦，高田秀重：水環境中におけるノニルフェノールの挙動と環境影響，水環境学会誌，21(4)，203-208(1998)
- 6) 滝上英孝、松田知成、松井三郎、山田基樹：し尿処理場を対象としたヒトエストロゲンの分析，第33回水環境学会講演会要旨集，p178(1999)
- 7) S Taneda, K Kamata, H Hayashi, N Toda, K Seki, A Sakushima, S Yoshino, K Yamaki, M Sakata, Y Mori, and A K Suzuki: Investigation of Vasodilatory Substances in Diesel Exhaust Particles(DEP): Isolation and Identification of Nitrophenol Derivatives

## 化学物質による室内空気汚染対策に関する研究

衛生科学部 佐々木 陽

Study of Volatile Organic Compounds (VOC) discharging from Household articles

Akira SASAKI ( Research Inst. for Env.Sci. and Public Health of Iwate Pref.)

### 1 緒言

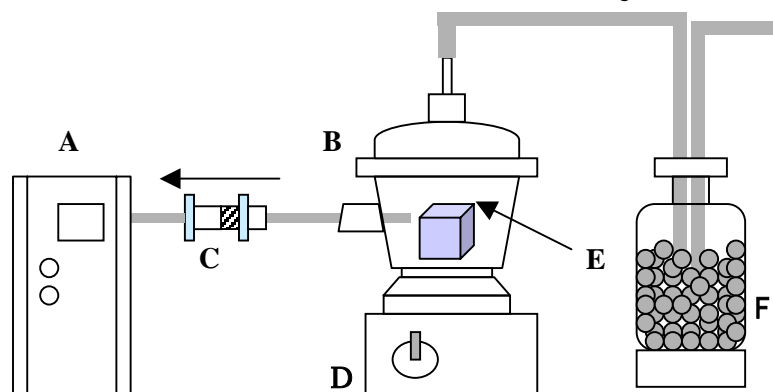
新たに建築された建物内で生じている「室内空気汚染」は、シックハウス症候群や化学物質過敏症等の健康問題と関連しているといわれ、大きな社会問題となっている。このような状況を背景に国立医薬品食品衛生研究所は平成13年度より厚生科学研究「化学物質過敏症等室内空气中化学物質に係る疾病と総合化学物質の存在量の検討と要因解明に関する研究」を興し、全国18箇所の地方衛生研究所と全国調査のための共同研究を行なっている<sup>1)</sup>。その調査研究には、当センターも「化学物質による室内空気汚染に関する調査研究」と言う課題を立ち上げ、平成13年度より参画しているが、平成17年度の調査結果では入居一年未満の住居とその他の住居では明らかにTVOCの値に差が見られた。特にトルエン、エチルベンゼン、キシレン、デカンなどの濃度が高く、またテルペン類のピネン、リモネンなども多く検出された。検出されたVOCについては、新建材を由来と

したものの他に、新たに生活を始めて設置した生活用品からの放散も多く、特にエタノールは全ての住居で高い濃度が検出されたことから、本報告では家庭内にある雑貨品からのホルムアルデヒド類の発生<sup>2)</sup>と経時的な濃度変化について実験を行い、生活用品から発生するVOCの室内空気汚染への影響について検討を加えた。

### 2 実験方法

#### 2.1 対象試料及び試験方法

対象とした家庭用品はスモールボール(塩化ビニル樹脂製/直径8 cm)、プラスチック製チェーン(ポリプロピレン製/2 m)、ポプリ(30 g)、ジョイントマットおよび市販の洗濯用、粉末洗剤である。これらをデシケーター内に適量セットし内部の温度を約40℃に調整後、30分間100ml/minで内部の空気を吸引しDNPHカートリッジに捕集した。実験に供した装置の概略図をFig.1に示してある。



A ; Suction pump. B ; Sample room. C; DNPH cartridge  
D ; Heater. E ; Sample. F ; Active carbon

Fig.1 VOC measurement system

## 2.2 測定方法

- 1) 試料を入れた状態でヒーターをONにしてデシケーター内を40℃まで加温する。
- 2) デシケーターの上部のコックを閉じて、流速100ml/minで2L吸引し、内部を陰圧にする。
- 3) この状態で1時間放置する。
- 4) 十分に試料からVOCを発生させて後、DNPHカートリッジをセットし30分間吸引操作を行う。この間のデシケーター内温度と湿度を記録する。
- 5) 30分後の吸引量を確認後、新しいカラムを交換して、次の30分間の吸引操作を行う。
- 6) 以上の操作を3回繰り返す。その後デシケーターのコックを閉じたまま90分間放置し、そのあとで同様に30分間吸引操作を行い内部のVOCを捕集した。

吸着したホルムアルデヒド類はアセトニトリルで溶媒抽出しHPLCで分析を行った。なお、使用したカラムはDiscover RP-Amide C16(Supelco)25cm × 4.6mm、移動相はCH<sub>3</sub>CN/H<sub>2</sub>O=55/45、流速は1.0mL/min、検出波長は360nmである。また、実験に用いた試料の素材、形状、重量等についてはTable1に示してある。

## 3 実験結果

スモールボールからはアセトンおよびアクロレインが検出された。アセトンの濃度は測定開始1時間後(二回目の測定)に最高値に達し、その後は減少傾向を示した(Fig.1)。この場合の減少率を、最高濃度と180分後の濃度の比率から求めると、アセトンは68.6%、アクロレインは70.5%であった。このことから、60分後、VOCは放散のピークを迎えるがその後は次第に減少し、3時間後には当初の約30%の濃度ま

で減少することが分かった。

プラスチック製チェーンの場合(Fig.2)も同様の傾向がみられ、すなわち1時間後にアセトン濃度が最高値になり、その後の2時間で13%まで濃度が減少した。しかしながらポプリの場合(Fig.3)は逆に時間経過と共にアセトアルデヒドの濃度は上昇し、3時間後においても、濃度が減少することはなかった。また、スモールボール、プラスチック製チェーンから放出されているアセトンの濃度と比較してポプリのアセトアルデヒドの濃度は1.6ppmと非常に低い値を示しているが、芳香を放つ化学物質を強制的に添加している製品なので、長期間にわたって室内空気に影響を与えることが予想される。

ウレタンをベースにしたフローリング用マットは、組み合わせて大きな面積を覆うことのできる製品なので、部屋のなかで大量に使う可能性がある。このマットからはFig.4に示すようにアセトアルデヒドが検出された。最大放出のための時間もなく、時間経過と共に検出濃度は減少し、3時間後には最初の濃度の33%の値となったことから、かなり早い時期に臭気は感じられなくなると思われる。

洗濯用粉状洗剤には様々な臭い物質が混入されており、しかも洗濯した繊維に香料が残るような機能が付与されていることから、VOCの放散は十分に考えられる。その結果Fig.5に示されるように、アセトアルデヒドの濃度が1時間後、最大値となり、その後はしだいに減少し、3時間後には最大濃度の約17%まで下がった。すなわち、この傾向は、ポプリ以外の場合と同じであった。

以上の実験結果をふまえて、最大濃度に対する最小濃度(3時間後の測定濃度)との比率および各濃度

Table1. Data for Samples

sample	Material	weight(g)	size	other information
rubbr ball	Vinyl chloride	24.5	7.5mm	
plastic chain	Polypropylene	217.5	Length 180cm	
aroma flower		30.5	6×6×6cm <sup>3</sup>	
rubber mat	Urethane	6.8	2×5×2cm <sup>3</sup>	8 chips
detergent		30		

を  $\mu/m^3$  の単位であらわしたものを、Table2に示してある。

これらの雑貨類から発生するアルデヒド類の濃度は、いずれのものにおいても、TVOCの暫定指針値  $400 \mu/m^3$  を相当大きく上回っており、室内空気の汚染物質として大きな影響力を有することがわかる。また、今回の実験では測定時の温度環境が  $40^\circ\text{C}$  であることから、商品をペイキング処理したものと同等であると考えられる。しかし、ゴムのスモールボール、プラスチック製チェーン、などが3時間後においても20~30%程度の濃度減少しか示しえなかったことは、VOCの長期的な放散がさらに懸念される。

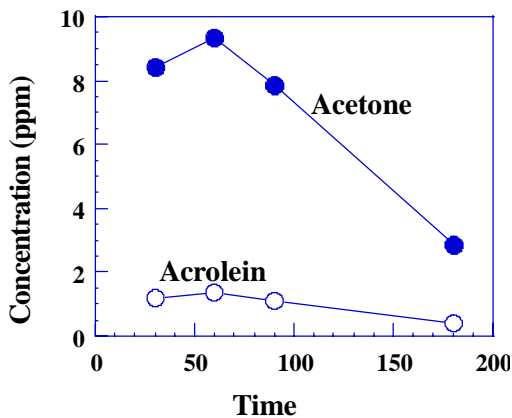


Fig.1 VOC from Ball sample

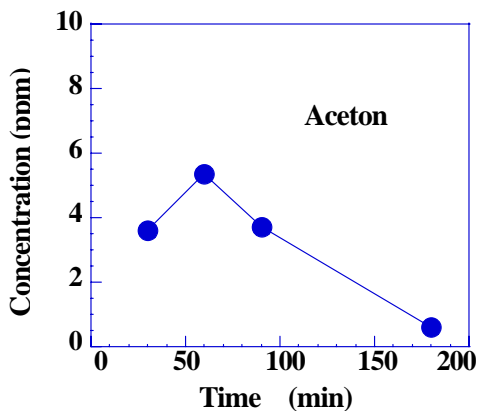


Fig.2 VOC from chain sample

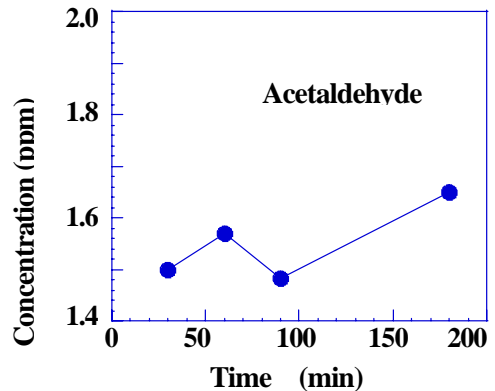


Fig.3 VOC from aromatic flower sample

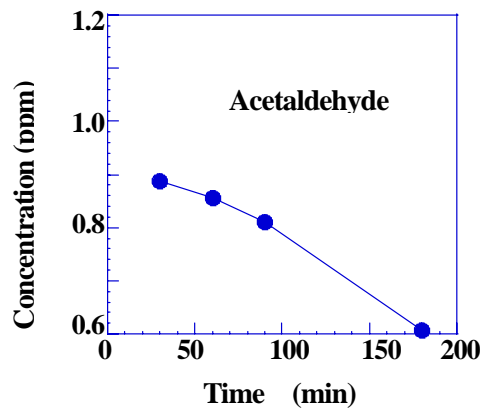


Fig.4 VOC from rubber mat sample

#### 4 結論

日常雑貨の一部についてアルデヒド類の放散現象を簡易に測定した結果、スモールボールからはアセトンおよびアクロレイン、プラスチック製チェーンからアセトン、ポリプロピレンおよびフローリング用マット、洗濯用粉状洗剤からはアセトアルデヒド検出された。これらの値は初濃度はもちろんのこと、3時間後の測定でも、TVOCの暫定指針値  $400 \mu/m^3$  を相当大きく上回っており、室内空気の汚染物質として大きな影響力を有することがわかった。

#### 5 参考文献

- 1) 安藤正典他, 厚生労働省化学研究費補助事業総合研究報告書: 化学物質過敏症等室内空気中化学物質に係わる疾病と総合化学物質の存在量の検討と要因解明に関する研究, (2004).
- 2) 今井淳司他: 木質系廃材炭化物のHCHO吸・脱着性能とその適用、日本木材学会研究要旨集, 51, 480(2001).

**Table2. Data for VOC investigation**

						100-(B)/(A) × 100 (%)
		elapsed time (min)	concentration ( $\mu / m^3$ )	elapsed time (min)	concentration ( $\mu / m^3$ )	
<b>rubbr ball</b>	<b>Acetone</b>	<b>60</b>	<b>15539.77</b>	<b>180</b>	<b>4874.54</b>	<b>68.63</b>
	<b>Acrolein</b>	<b>60</b>	<b>2200.78</b>	<b>180</b>	<b>648.94</b>	<b>70.51</b>
<b>plastic chain</b>	<b>Acetone</b>	<b>60</b>	<b>7863.25</b>	<b>1180</b>	<b>979.05</b>	<b>87.55</b>
<b>aroma flower</b>	<b>Acetaldehyde</b>	<b>180</b>	<b>2670.79</b>	<b>30</b>	<b>2419.39</b>	<b>9.41</b>
<b>rubber mat</b>	<b>Acetaldehyde</b>	<b>30</b>	<b>1413.44</b>	<b>180</b>	<b>952.98</b>	<b>32.58</b>
<b>detergent</b>	<b>Acetaldehyde</b>	<b>90</b>	<b>2668.68</b>	<b>180</b>	<b>2216.47</b>	<b>16.95</b>