

有機顔料中に副生するPCBによる環境の汚染を通じた  
人や生態系への影響に関するリスク評価の結果(案)

25年3月25日  
有機顔料中に副生するPCBに関するリスク評価検討会

## 1. 目的

非意図的に副生したPCBを含有することが判明した有機顔料について、有機顔料中に副生するPCBが各種用途・ライフサイクルステージを通じて環境中に排出されることによる人健康及び生態影響に関するリスク評価を行った。

## 2. 有害性評価について

(1) 人健康に関する有害性評価については、以下の許容値を参照した。

吸入：作業環境許容濃度の一般環境下への補正濃度  $0.34 \mu\text{g}/\text{m}^3$

(根拠) 日本産業衛生学会の作業環境許容濃度 ( $0.01\text{mg}/\text{m}^3$ ) を暴露時間及び呼吸量比 (1日の呼吸量は  $20\text{m}^3$  で換算<sup>(1)</sup>) で補正し、感受性の個人差の不確実係数 10 を適用  
( $= 0.01 \text{ mg}/\text{m}^3 \times 10 \text{ m}^3 \div 20 \text{ m}^3 \times 250 \text{ 日}/\text{年} \div 365 \text{ 日}/\text{年} \div 10$ )

経口・経皮：暫定一日摂取許容量  $5 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{日}$ <sup>(2)</sup>

一日耐用摂取量  $0.02 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{日}$ <sup>(3)</sup>

(参照文献)

- (1) 安藤ら、「生活空気環境中の化学物質とその人体暴露」、*J. Natl. Inst. Public Health*, 47, 325-331, 1998
- (2) 昭和47年厚生労働省通知「食品中に残留するPCBの規制について」
- (3) 国際化学物質簡潔評価文書 No.55 (WHO, 2003)

(2) 生態影響に関する有害性評価については、水生生物及び鳥類に関する既往の有害性情報を幅広く収集した上で、毒性値が低いものから専門家による原著文献の査読を行い、以下のNOEC相当の値を導出した。

水生生物のNOEC相当の値： $6.0 \times 10^{-5} \sim 2.2 \times 10^{-3} \text{ mg}/\text{L}$  の範囲(別添1参照)

鳥類のNOEC相当の値： $1 \sim 10\text{ppm}$  の範囲(別添2参照)

### 3. 暴露評価について

- (1) 事業者より報告のあった用途毎に排出係数及び PCB 含有濃度を用いて有機顔料中に副生する PCB の環境排出量を推計した。

#### 排出係数

- ・製造段階、調合段階、工業的使用段階、家庭用・業務用使用段階については化審法における排出係数を設定。
- ・長期使用段階、廃棄段階(焼却、直接埋立)、リサイクル段階については、「詳細リスク評価書シリーズ コプラナーPCB」(産総研、2008)(以下、「詳細リスク評価書」とする)に掲載されている PCB の排出係数のうち、最も高い排出係数を設定。

#### PCB 含有濃度

- ・これまでに事業者から報告のあった PCB 分析結果を用いて、カラーインデックス毎に最大値を当該カラーインデックスの PCB 含有濃度と設定。
- ・最大値が検出限界未満の値の場合は、当該カラーインデックスの PCB 含有濃度を検出限界値とするケースと検出限界値の 1/2 とするケースの 2 通りで評価。

- (2) 有機顔料中に副生する PCB の環境排出量が 100g/year 以上となる暴露シナリオ及び局所的な大量排出の可能性のある暴露シナリオについて PCB の環境中濃度を推計した。

#### 紙のリサイクル段階における印刷インキの水域排出(1211g/year)

- ・再生紙製造業は製紙業における工業用水使用量に比例するとみなし、工業用水使用量が最大の工業地区における地域排出量を推計。
- ・人健康影響に関する評価では、当該工業地区を流れる 2 つの主要河川の長期平水流量及び一級河川の長期平水流量の下側 10% タイル値を用いて単純希釈モデルにより河川中濃度を推計。
- ・生態影響に関する評価では、当該工業地区を流れる 2 つの主要河川の長期低水流量及び一級河川の長期低水流量の下側 10% タイル値を用いて単純希釈モデルにより河川中濃度を推計。
- ・海域濃度については、河川水中濃度が 10 倍に希釈されるとした。

#### 化粧品の家庭用・業務用での使用段階における水域排出(460g/year)

- ・PCB の環境排出量を日本の人口で除して国民一人当たりの排出量原単位を算出。
- ・一人当たりの排出量原単位を一人当たりの水使用量原単位で除して下水処理場流入濃度を算出。
- ・下水処理場での除去は想定せず、河川で 10 倍に希釈されるとして、河川水中濃度を算出。
- ・海域濃度については、河川水中濃度が 10 倍に希釈されるとした。

塗料の長期使用段階における大気排出(117g/year)

- ・塗料の使用は人口に比例するとみなして、人口が最も多い関東地方を対象地域として人口按分により関東地方の大気排出量を算出。
- ・産総研が開発した大気濃度を推計するモデル ADMER を用いて、関東地域における排出量を夜間人口分布によってメッシュに割り振ったうえで、大気濃度を推計。

染物工程における河川への染料の水域排出(68.4g/year、局所的な大量排出)

- ・工業統計における繊維工業の製造品出荷額を用いて、全国のうち最も高い割合となる都道府県に按分して地域排出量を算出。
- ・人健康影響に関する評価では一級河川の長期平水流量の下側 10%タイル値を用い、生態影響に関する評価では一級河川の長期低水流量の下側 10%タイル値を用いて単純希釈モデルにより河川中濃度を推計。
- ・海域濃度については、河川水中濃度が10倍に希釈されるとした。

- (3) 人の経口摂取量については、飲料水、淡水魚、海水魚の3経路からの一日摂取量を推計した。

#### 4. リスク評価の結果について(別添3参照)

##### (1) 人健康影響

全てのシナリオについて、推計摂取量が作業環境許容濃度の一般環境下への補正濃度(0.34  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )、暫定一日摂取許容量(5  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{日}$ )及び一日耐用摂取量(0.02  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{日}$ )を下回っており、今回のリスク評価結果からは環境経由での人健康へのリスクは低いと考えられる。

##### (2) 生態影響

紙のリサイクル段階における印刷インキの水域排出のシナリオについては、工業用水使用量が我が国で最大となる工業地区でのPCB排出量を推計した上で、河川の長期低水流量を用いて、水生生物と鳥類の毒性値を基にPEC/PNEC比を算出した。その結果、当該工業地区を流れる主要河川の長期低水流量を用いた場合は、PEC/PNEC比が1を下回った。ただし、当該工業地区の排水が、仮想的に一級河川の長期低水流量の下側10%タイル値の流量の河川に集中して排水されるケースを仮定し、さらに当該河川のみで鳥が摂餌することを仮定した場合には、鳥類については最も厳しい毒性値を前提としたNOECの1/30及び1/100の値を超過する可能性が示唆された。

これ以外のシナリオについては、PEC/PNEC比が全て1を下回っており、今回のリスク評価結果からは生態へのリスクは低いと考えられる。

## 5. その他

引き続き、暫定的かつ緊急的な措置としてPCB濃度が50ppm以上の有機顔料について製造輸入等の中止と在庫の回収について指導するとともに、有機顔料中に副生するPCBを工業技術的・経済的に可能な限り低減するための検討を早急に進める必要がある。

## キースタディとして選定した生態毒性試験結果(水生生物)

エンドポイント	影響	対象物質	毒性値 (生物種)	文献資料	備考
魚類慢性 毒性 NOEC	Mortality (死亡)	Aroclor 1254	21d-NOEC(致死) = $6.0 \times 10^{-5}$ mg/L Sheepshead minnow ( <i>Cyprinodon variegatus</i> )	SCHIMMEL, HANSEN & FORESTER (1974) Trans Am. Fish. Soc., <b>103</b> , 582-586	・日本の一般環境よりも高めの水温(30 )で試験実施。
		Aroclor 1254, Aroclor 1242, Capacitor 21, Aroclor 1016	26d-NOEC(致死) $1.0 \times 10^{-4} \sim 1.0 \times 10^{-3}$ mg/L Rainbow trout ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> )	BIRGE et al.,(1978) Washington, DC, US Department of the Interior, p. 33 (Research Report No. <b>118</b> )	・有意差検定は実施されていないが、 $1.0 \times 10^{-3}$ mg/L では影響があるように見える。 ・濃度区の間比は 10 が採用されているため、真の NOEC は $1.0 \times 10^{-4} \sim 1.0 \times 10^{-3}$ mg/L の間にあると考えられる。
	Growth (成長)	Aroclor 1260	30d-NOEC(成長阻害) $< 1.3 \times 10^{-3}$ mg/L Fathead minnow ( <i>Pimephales promelas</i> )	Defoe et al.,(1978) J. Fish Res. Board Can., <b>35</b> , 997-1002	・OECD TG210 の一部もしくは OECD TG215 に相当する試験。 ・試験条件は適切であったこと、曝露濃度は安定していたことから用量反応関係が認められることから被験物質の毒性を表していると判断できる。
		Aroclor 1248	30d-NOEC(成長阻害) $= 2.2 \times 10^{-3}$ mg/L Fathead minnow ( <i>Pimephales promelas</i> )		・OECD TG210 の一部もしくは OECD TG215 に相当する試験。 ・試験条件は適切であったこと、幼生生存率、成長(体重、体長)とも用量反応関係が見られる。
Aroclor 1254	58d-NOEC(成長阻害) $= 6.9 \times 10^{-4}$ mg/L Brook Trout ( <i>Salvelinus fontinalis</i> )	Mauck et al., (1978) J Fish Res Board Can., <b>35</b> , 1084	・化審法 TG より高めの硬度で試験実施。		
甲殻類慢性 毒性 NOEC	Mortality (死亡)	Aroclor 1254	15d-NOEC(致死) = $6.0 \times 10^{-4}$ mg/L Northern Pink Shrimp ( <i>Penaeus duorarum</i> )	Nimmo et al., (1971) Mar. Biol. <b>11</b> :191-197.	・曝露期間が短い(化審法の信頼性基準では、21日間で好ましいとされる)。
	Reproduction (繁殖)	Aroclor 1254	21d-NOEC(繁殖阻害) $= 1.2 \times 10^{-3}$ mg/L Water Flea ( <i>Daphnia magna</i> )	NEBEKER & PUGLISI (1974) Trans Am. Fish. Soc., <b>103</b> , 722-728	・OECD TG211 に概ね等しい試験。 ・文献中の試験データ(Table4)から読み取った値であり、統計的な分析による値ではない。
藻類慢性 毒性 ErC10	Growth rate (生長)	2,3,3',4,4' - Pentachloro- biphenyl	2d-ErC <sub>10</sub> (生長速度) = $1.8 \times 10^{-3}$ mg/L (5.5nmol/L の換算値) Green Algae ( <i>Pseudokirchneriella subcapitata</i> )	Mayer et al.,(1998) Environ. Toxicol. Chem. <b>17</b> (9), 1848-1851	・ISO TG8692(OECD TG201 に相当)に基づいて実施。 ・試験条件は適切と考えられる。 ・毒性値の導出には Weibull 関数が用いられている。濃度反応関係が良好であり、他の手法と大きく変わるものではない。

## キースタディとして選定した生態毒性試験結果(鳥類)

エンドポイント	毒性指標	毒性値 (ppm)	被験物質	生物名	設定濃度区	曝露期間	文献情報
・肝臓重量の増加	NOEC	50	Aroclor 1260	Bobwhite quail	5ppm; 50ppm; 500ppm	17 週間	Hurst,J.G., et al. (1974) Poul. Sci. 53(1):125-33.
・甲状腺重量の増大	NOEC	100	Aroclor 1254	Japanese quail	対 照 区 ; 100ppm; 200ppm	17 週間	Grassle,B., and A. Biessmann (1982) Chem.-Biol. Interact. 42(3):371-377.
・親鳥の体重の減少 ・肝臓重量の増加	NOEC	10	Aroclor 1254	Ring dove (Streptopelia risoria)	対 照 区 ; 1ppm; 10ppm; 100ppm	8 週間	Heinz,G.H., et al. (1980) Toxicology and Applied Pharmacology. 53:75-82.
・精液量の減少	NOEC	10	Aroclor 1254	White Leghorn	対 照 区 ; 10ppm; 20ppm; 40ppm	40 週間	Ahmed,T., et al. (1978) Poultry Science, 57(6): 1594-1598
・受精率の低下 ・孵化率の低下	NOEC	< 5	Aroclor 1254	White Leghorn	対 照 区 ; 5ppm; 50ppm	39 週間	Platonow,N.S., and B.S. Reinhart (1973) Can. J. Comp. Med. 37:341-346.
・卵殻厚の減少 ・ひびのある卵の発生率の増加	NOEC	> 50	Aroclor 1254	Japanese quail (Coturnix japonica)	対 照 区 ; 50ppm	15 週間	Chang,E.S., and E.L.R. Stokstad (1975) Poul. Sci. 54:3-10.
・孵化率の低下	NOEC	1	Aroclor 1248	White Leghorn	対照区; 0.5ppm; 1.0ppm; 10.0ppm; 20.0ppm	8 週間	Scott,M.L. et al. (1975) Poul. Sci. 54:350-368.
・産卵率の低下 ・孵化率の低下 ・卵重量の減少 ・卵殻強度の低下	NOEC	> 20	Aroclor 1248	Japanese Quail	対照区; 20ppm	8 週間	Scott,M.L. et al. (1975) Poul. Sci. 54:350-368.
・孵化率の低下 ・若鶏の体重減少	NOEC	5	Aroclors 1232, 1242, 1248, 1254, 1016, PBP-6	Single Comb White Leghorn pullet	対照区; 5ppm; 10ppm; 20ppm	8 週間	Lillie,R.J., et al. (197) Poultry Science. 54:1550-1555.
・胚死亡率の増加	NOEC	< 20	Aroclor 1242, 1254	White Leghorn	対照区; 20ppm	10 週間	Ax,R.L., and L.G. Hansen (1975) Poultry Science. 54:895-900.
・卵殻厚の減少	NOEC	< 150	Aroclor 1242	Mallard (Anas platyrhynchos)	対照区; 150ppm	12 週間	Haseltine,S.D., and R.M. Prouty (1980) Environmental Research. 23:29-34.
・肝臓重量の増加	NOEC	< 100	Aroclor 1242	Japanese quail	対照区; 100ppm	8 週間	Cecil,H.C., et al. (1973) Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. 9(3): 179-185.
・卵殻厚の減少	NOEC	< 10	Aroclor 1242	Japanese quail (Coturnix japonica)	対照区; 10ppm	6 週間	Hill,E.F., et al. (1976) Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. 16(4): 445-453.
・卵殻重量の減少	NOEC	> 10	Aroclor 1254	Ring Dove (Streptopelia risoria)	対 照 区 ; 10ppm	25 週間	PEAKALL, D.B. (1971) Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. 6(2): 100-101.

エンドポイント	毒性指標	毒性値 (ppm)	被験物質	生物名	設定濃度区	曝露期間	文献情報
<ul style="list-style-type: none"> <li>・親鳥の体重の減少</li> <li>・精巣重量の減少</li> <li>・鶏冠重量の減少</li> </ul>	NOEC	< 250	Aroclor 1254	White Leghorn	対照区; 250ppm; 500ppm	13 週間	PLATONOW, N.S., FUNNELL, H.S. (1971) The Veterinary Record. 88: 109-110.
<ul style="list-style-type: none"> <li>・産卵数の減少</li> <li>・孵化数の減少</li> <li>・雛鳥の生存率の低下</li> <li>・卵殻厚の減少</li> </ul>	NOEC	> 3	Aroclor 1248	Screech owl (Otus asio)	対照区; 3.0ppm	43 週間	MCLANE, M.A.R., HUGHES, D.L. (1980) Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 9: 661-665.

シナリオ(i), (ii), (iv)に関するリスク判定結果の一覧  
(ケース1:PCB 含有分析値の N.D.を検出限界値とした場合)

評価対象	評価項目	単位	(i) 紙のリサイクル段階における印刷インキの水域排出			(ii) 化粧品の家庭使用段階における水域排出	(iv) 染物工程における河川への染料の水域排出
			当該工業地区の河川 A	当該工業地区の河川 B	一級河川下側 10% タイル		
人	飲料水からの摂取	µg/kg/day	5.0E-06	6.5E-06	5.4E-05	1.3E-07	2.2E-06
	淡水魚からの摂取	µg/kg/day	7.7E-05	1.0E-04	8.2E-04	2.0E-06	3.4E-05
	海産魚中濃度	µg/kg/day	5.2E-04	6.7E-04	5.6E-03	1.4E-05	2.3E-04
	推計摂取量 EHE	µg/kg/day	6.0E-04	7.8E-04	6.4E-03	1.6E-05	2.6E-04
	ハザード比 HQ = EHE / ADI 等 (ADI=5µg/kg/day)	-	0.00012	0.00016	0.0013	0.0000031	0.000053
ハザード比 HQ = EHE / ADI 等 (TDI=0.02µg/kg/day)	-	0.030	0.039	0.32	0.00079	0.013	
水生生物	予測水質濃度	ng/L	0.16	0.40	2.3	0.0033	0.095
	予測水質濃度 / (NOEC 相当の値/AF10)	-	0.00073 ~0.027	0.0018 ~0.067	0.010 ~0.38	0.000015 ~0.00055	0.00043 ~0.016
鳥類	淡水魚中濃度	ng/g-wet	3.5	8.7	50	0.072	2.1
	餌中濃度 (淡水魚) /(NOEC 相当の値/AF30)	-	0.011 ~0.11	0.026 ~0.26	0.15 ~1.5	0.00022 ~0.0022	0.0063 ~0.063
	餌中濃度 (淡水魚) /(NOEC 相当の値/AF100)	-	0.035 ~0.35	0.087 ~0.87	0.50 ~5.0	0.00072 ~0.0072	0.021 ~0.21
	海水魚中濃度	ng/g-wet	0.35	0.87	5.0	0.0072	0.21
	餌中濃度 (海水魚) /(NOEC 相当の値/AF30)	-	0.0011 ~0.011	0.0026 ~0.026	0.015 ~0.15	0.000022 ~0.00022	0.00063 ~0.0063
	餌中濃度 (海水魚) /(NOEC 相当の値/AF100)	-	0.0035 ~0.035	0.0087 ~0.087	0.050 ~0.50	0.000072 ~0.00072	0.0021 ~0.021

通常遠洋沖合と遠洋沖合を除く海産魚に分けて計算するが、海水魚中濃度を一定と仮定したため合わせた値とした。

(参考) 水域における直近の環境モニタリング結果 (平成 22 年度)

化学物質環境実態調査 (黒本調査、水域、平成 22 年度)		
検出地点数 /調査地点数	検出下限値 (ng/L)	検出範囲 (ng/L)
41/49	0.024*	0.034 ~ 2.2

\*各同族体の検出下限値の合計値。



シナリオ(i), (ii), (iv)に関するリスク判定結果の一覧  
(ケース2:PCB含有分析値のN.D.を検出限界値の1/2とした場合)

評価対象	評価項目	単位	(i) 紙のリサイクル段階における印刷インキの水域排出			(ii) 化粧品の家庭使用段階における水域排出	(iv) 染物工程における河川への染料の水域排出
			当該工業地区の河川 A	当該工業地区の河川 B	一級河川下側 10% タイル		
人	飲料水からの摂取	µg/kg/day	4.2E-06	5.4E-06	4.4E-05	1.3E-07	2.2E-06
	淡水魚からの摂取	µg/kg/day	6.4E-05	8.3E-05	6.8E-04	2.0E-06	3.3E-05
	海産魚中濃度	µg/kg/day	4.3E-04	5.6E-04	5.6E-03	1.4E-05	2.3E-04
	推計摂取量 EHE	µg/kg/day	5.0E-04	6.5E-04	5.3E-03	1.6E-05	2.6E-04
	ハザード比 HQ = EHE / ADI 等 (ADI=5µg kg/day)	-	0.00010	0.00013	0.0011	0.0000031	0.000052
ハザード比 HQ = EHE / ADI 等 (TDI=0.02µg /kg/day)	-	0.025	0.032	0.27	0.00078	0.013	
水生生物	予測水質濃度	ng/L	0.13	0.33	1.9	0.0033	0.093
	予測水質濃度 / (NOEC 相当の値/AF10)	-	0.00059 ~ 0.022	0.0015 ~ 0.055	0.0086 ~ 0.32	0.000015 ~ 0.00055	0.00042 ~ 0.016
鳥類	淡水魚中濃度	ng/g-wet	2.9	7.2	42	0.072	2.0
	餌中濃度 (淡水魚) /(NOEC 相当の値/AF30)	-	0.0087 ~ 0.09	0.022 ~ 0.22	0.13 ~ 1.3	0.00022 ~ 0.0022	0.0060 ~ 0.060
	餌中濃度 (淡水魚) /(NOEC 相当の値/AF100)	-	0.029 ~ 0.29	0.072 ~ 0.72	0.42 ~ 4.2	0.00072 ~ 0.0072	0.020 ~ 0.20
	海水魚中濃度	ng/g-wet	0.29	0.72	4.2	0.0072	0.20
	餌中濃度 (海水魚) /(NOEC 相当の値/AF30)	-	0.00087 ~ 0.0087	0.0022 ~ 0.022	0.013 ~ 0.13	0.000022 ~ 0.00022	0.00060 ~ 0.0060
餌中濃度 (海水魚) /(NOEC 相当の値/AF100)	-	0.0029 ~ 0.029	0.0072 ~ 0.072	0.042 ~ 0.42	0.000072 ~ 0.00072	0.0020 ~ 0.020	

通常遠洋沖合と遠洋沖合を除く海産魚に分けて計算するが、海水魚中濃度を一定と仮定したため合わせた値とした。

(参考) 水域における直近の環境モニタリング結果 (平成 22 年度)

化学物質環境実態調査 (黒本調査、水域、平成 22 年度)		
検出地点数 / 調査地点数	検出下限値 (ng/L)	検出範囲 (ng/L)
41/49	0.024*	0.034 ~ 2.2

\*各同族体の検出下限値の合計値。

シナリオ( )に関するリスク判定結果一覧

評価対象	評価項目	単位	(iii) 塗料の長期使用段階における大気排出	
			ケース 1	ケース 2
人	大気中濃度の最大値	ng/m <sup>3</sup>	9.8E-06	8.7E-06
	ハザード比 (上記大気中濃度と作業環境許容濃度の一般環境下への補正濃度(0.34 μg/m <sup>3</sup> )との比)	-	2.9E-08	2.6E-08

ケース 1 : PCB の分析結果が N.D.となっていた場合、検出下限値を用いて計算したケース

ケース 2 : PCB の分析結果が N.D.となっていた場合、検出下限値の 1/2 を用いて計算したケース

(参考) 大気における直近の環境モニタリング結果 (平成 22 年度)

化学物質環境実態調査 (黒本調査、大気、平成 22 年度)		
検出地点数 /調査地点数	検出下限値 (ng/m <sup>3</sup> )	検出範囲 (ng/m <sup>3</sup> )
温* 35/35	温* 0.0025**	温* 0.036 ~ 0.97
寒* 35/35	寒* 0.0025**	寒* 0.019 ~ 0.63

\*表中の「温」「寒」は、温暖期及び寒冷期の測定を表わす。

\*\*各同族体の検出下限値の合計値。