

ノニルフェノールリスク評価管理研究会

中間報告書

【要約】

平成15年8月

独立行政法人製品評価技術基盤機構

ノニルフェノールリスク評価管理研究会中間報告書【要約】

ノニルフェノール (NP) は、洗剤等に使用される界面活性剤の1つであるノニルフェノールエトキシレート (NPE) の原料、ゴムの酸化防止剤の原料、インキ用バインダーの原料等として、幅広く使用されているが、一方で魚類等への毒性を有することが知られ、また内分泌かく乱作用を有すると疑われる物質とされていることから、社会的関心の高い物質である。

そういう中で、これまでに、OECD、EUなどの国際機関を始め、国内においても行政機関等で有害性評価等の報告が取りまとめられており、また、産業界においても既に対処可能な分野からNPの使用自粛に踏み切っているところである。

今後は、NPに関する科学的知見をさらに集積し、NPの有益性に配慮しながら、適切な管理を目指していくことが肝要であり、そのためには、我が国におけるNPの生産・使用・処理実態、環境中濃度及び生態へのリスクレベル等を明確にするとともに、具体的な管理のあり方を提案する詳細なリスク評価が必要とされているところである。

そこで、独立行政法人製品評価技術基盤機構では、平成13年11月に、学識者、業界関係者等から構成されるノニルフェノールリスク評価管理研究会を設置し、詳細リスク評価を実施するために必要な情報を収集・整理してきた。本要約はそれら収集した情報を取りまとめたノニルフェノールリスク評価管理研究会中間報告書を構成する各章の概要を記したものである。

中間報告書には、NPの同定情報、物理化学的性状等の物質情報、我が国(経済産業省、環境省等)と海外(EU、U.S.EPA、Canadian EPA)のNPに係る既存有害性及びリスク評価結果、NPの生産・輸入・輸出量(1997～2001年度)及び用途別使用量(1995～2000年度)の実態、並びにNPEの生産・輸入・輸出量(2000年度)及び業種別用途別の使用量(2000、2001年度)の実態、NP及びNPEの大気中濃度、河川中濃度(1998～2001年度)、河川底質中濃度(1998～2001年度)、NPの湖沼・海水・地下水中濃度(1998～2001年度)、NP、NPE及びノニルフェノキシ酢酸(NPEC)の下水処理水・汚泥中濃度(1998～2001年度)における環境モニタリングデータ、NP及びNPEの平成13年度PRTRデータ、NP及びNPEのライフサイクルを通じた環境中への放出量を推定した放出シナリオ、環境モニタリングデータを補完する水系暴露モデルによるNPの河川水中濃度の推定、NPEについての日本界面活性剤工業会を始めとする産業界における自主的取組み状況、NP及びNPEについての愛知県及び大阪府における取組み事例といった情報を収集整理した。

平成13年11月から延べ7回に亘る研究会の開催で各委員から貴重なご報告をいただき、詳細リスク評価を実施するにあたり必要となる情報の収集という役割に一定の寄与を果たしたものと考えている。

以下、中間報告書の第2章以下の各章の記載概要を記す。

【第2章 物質情報】

ノニルフェノールの物質情報として、同定情報、一般情報及び物理化学的性状についての情報を示すとともに、ノニルフェノールの主たる使用用途である界面活性剤用途で生成されるノニルフェノールエトキシレートの環境中における分解経路を併せて示した。

ノニルフェノールは、フェノールとプロピレン3量体との反応で合成され、4-異性体が最も多く生成される。融点は-10、沸点は293-297で、淡黄色粘稠液体である。ノニルフェノールの

リスク評価の検討にあたっては、ノニルフェノールの生成物であるとともに、環境排出後の出発物質であるノニルフェノールエトキシレートをも視野に入れることが必要である。

【第3章 既存の有害性及びリスク評価結果】

これまでに我が国及び海外において取りまとめられた有害性評価やリスク評価を紹介するとともに、その評価内容の概要を一覧表に整理した。

1. 我が国の評価文書

(1) 紹介した評価文書

経済産業省 化学物質審議会管理部会・審査部会 (2002): 「内分泌かく乱作用を有すると疑われる」と指摘された化学物質の個別有害性評価書

化学物質評価研究機構 (2002): 化学物質の初期リスク評価(暫定版) No.1 ノニルフェノール (NEDO 委託事業)

環境省 (2002): 内分泌攪乱化学物質問題検討会「ノニルフェノールが魚類に与える内分泌攪乱作用の試験結果に関する報告」

環境省 (2002): 化学物質の環境リスク初期評価

(2) 各評価の結果

経済産業省の個別有害性評価書

「混合物としてのノニルフェノールの内分泌系、生殖系への影響を評価する上での科学的知見は、*in vitro*、*in vivo* 試験データとともに既に十分に得られており、今後追加し検討の実施を検討する必要性はないと判断される。一方、ノニルフェノールは、内分泌かく乱作用の有無に関わらず、従来知見で生殖・発生毒性による影響がみられることから、有害性評価や暴露評価を踏まえて、リスク評価を実施し、適切なリスク管理のあり方について検討すべきと考える。」

化学物質評価研究機構の初期リスク評価(暫定版)

・ヒトに対する判定結果:

「ヒト健康に対する詳細リスク評価は必要ない。」

・生態中生物に対する判定結果:

「環境中挙動や環境中濃度等についての詳細な情報を収集し、環境中の生物に対する影響についての詳細なリスク評価が必要である。」

環境省のノニルフェノールが魚類に与える内分泌攪乱作用の試験結果に関する報告

「我が国の環境水中でみられるノニルフェノールは、魚類への内分泌攪乱作用を通じ、生態系に影響を及ぼしている可能性がある。」

環境省の環境リスク初期評価

・ヒトに対する判定結果

「飲料水を摂取すると仮定した場合の経口暴露による健康リスクについては、判定できない。地下水を摂取すると仮定した場合の経口暴露による健康リスクについても、判定できない。」

・生態に対する判定結果

「淡水域においては、詳細な評価を行う候補と考えられる。海水域においては、情報収集に努める必要があると考えられるが、状況によっては、リスクが高くなる可能性も考えられる。」

2. 海外の既往のリスク評価書

(1) 紹介した評価文書

European Union (EU) : European Union Risk Assessment Report. 4-Nonylphenol (branched) and Nonylphenol. April 2001

USEPA:RM-1 Document for para-nonylphenol, 1996

Canada 環境省及び厚生省 : Canadian Environmental Protection Act, Priority Substances List, Assessment Report, Nonylphenol and its ethoxylates, March 2000

(2) 各評価の結果

EU

- ・地域ベースの予測環境濃度(PEC)によると、水生コンパートメントに対する影響の可能性ありとの帰結を得ている。

USEPA

- ・4-ノニルフェノールは、水生生物に対し、急性、慢性毒性を発現する。
- ・4-ノニルフェノールとそのエトキシレートは、弱いエストロゲン作用を有する。
- ・淡水魚に対し、中程度以下の濃縮性を有する。
- ・室内実験においては、容易に分解し無かったが、考えられていたほど残留性が高いわけではない。

Canada 環境省及び厚生省

- ・推定暴露値(EEV)/ 推定無影響値(ENEV)の保守的 (超保守的) 指数でリスク評価産業排水や大規模都市下水処理施設排水付近の水生生物相に対してノニルフェノールの影響が懸念される。

【第4章 生産・使用量の実態】

我が国におけるノニルフェノールの2001年度の生産量は、16,110トン、輸出量は、6,279トン、輸入量は、1,861トンという数字が報告されている。生産量は年々減少傾向にある。

生産されたノニルフェノールは、その約6割が界面活性剤(ノニルフェノールエトキシレート)の原料として使用されている。残りの約4割がゴムに添加される酸化防止剤の原料としての使用(以前にはプラスチックにも添加されていたが、現在は国産のプラスチック樹脂には全く使用されていない。)フェノール樹脂(積層板)原料としての使用、インキ用バインダーの原料としての使用、エポキシ樹脂等への安定剤としての使用に充てられている。

当研究会では、ノニルフェノールの上記用途のうち、生態への影響が懸念される界面活性剤の用途に関する情報を収集した。ノニルフェノールエトキシレートは、ノニルフェノールとエチレンオキサイドを反応させて生成される。2000年度ベースでは、26,127トンの非イオン界面活性剤ノニルフェノールエトキシレートが生産され、輸入量は532トン、輸出量は13,147トンとなっており、国内取扱量は13,512トンである。

界面活性剤ノニルフェノールエトキシレートは、その機能性ゆえに、幅広い産業分野において

使用されている。2001年度ベースでは、ゴム・プラスチック工業における乳化重合剤、分散剤等としての使用が最も多く約 2,700 トンとなっている。次いで、機械・金属工業における切削・圧延油等としての使用で約 2,100 トン、業務用洗浄剤分野で洗浄剤としての使用で約 2,000 トン、繊維工業における洗浄剤、潤滑油剤、均染剤等としての使用で約 1,800 トンが上位を占めている。その他にも、農薬・肥料関連で展着剤として、建築・土木関連で減水剤、等、多くの業界においても使用されている。なお、国内におけるノニルフェノールエトキシレートの家庭用洗剤への使用は、1998年の業界による自粛に伴い、現在は無くなっている。

【第5章 環境モニタリング】

国や地方自治体等においては、地域の河川、下水処理水等を対象にノニルフェノールやノニルフェノールエトキシレートの観測を行っている。

1．大気中の濃度

大気中のノニルフェノールの測定値の報告は極めて少ない。ノニルフェノール濃度が表層水中で上昇するような地域では、ノニルフェノールが水中から大気中へ蒸発する可能性はあるものの、遠隔地に移動することは起こりにくい。ノニルフェノールエトキシレートは、ノニルフェノールより非常に蒸発しにくいいため、大気中に分配する比率は極めて少ないと考えられる。

2．河川中の濃度

ノニルフェノール及びノニルフェノールエトキシレートは、1998年から2000年にかけて濃度が減少する傾向が見られた。ノニルフェノールは、n.d.～数 $\mu\text{g/L}$ の範囲で検出されている。ノニルフェノールよりもノニルフェノールエトキシレート及びノニルフェノキシエトキシ酢酸の方が高い濃度であった。これは、使用されたノニルフェノールエトキシレートが段階的に分解され、中間生成物が生成されていることを示唆するものである。

3．河川底質中の濃度

底質中では、ノニルフェノールは n.d.～数百、数千 $\mu\text{g/L}$ の範囲で、ノニルフェノールエトキシレートは数 $\mu\text{g/L}$ ～数十 $\mu\text{g/L}$ の範囲で検出されている。ノニルフェノールがノニルフェノールエトキシレート(NPnEO) ($n=1\sim 4$) より濃度が高い傾向にある。

4．湖沼・海水・地下水中の濃度

湖沼水中のノニルフェノール濃度は、2000年度においては n.d.～0.2 $\mu\text{g/L}$ であり、1998年度から2000年度にかけて減少傾向が認められた。

海水中のノニルフェノール濃度は、2000年度は n.d.～0.1 $\mu\text{g/L}$ であり、1998年度から2000年度にかけて徐々に低下している。

地下水中のノニルフェノール濃度は、1998年度から2000年度にかけて検出頻度が低下し、2000年度は調査した25箇所のいずれからも検出されていない。

5．下水処理水および汚泥中の濃度

下水処理水中におけるノニルフェノールの濃度は、検出限界～数 $\mu\text{g/L}$ の範囲で、ノニルフェノールエトキシレート(NPnEO)($n=1\sim 4$)の濃度は、検出限界～数十 $\mu\text{g/L}$ の範囲で検出された。ノニルフェノールエトキシレート(NPnEO)($n=1\sim 4$)は、ノニルフェノール濃度より高い下水処理場が多く見られた。また、下水処理過程においては、ノニルフェノールエトキシレートからノニルフェノキシエトキシ酢酸が生成されることが認められた。

【第6章 化学物質排出把握管理促進法に基づく排出量・移動量の集計結果】

1. ノニルフェノールの排出・移動の概要

ノニルフェノールは、30都道府県、116の事業所から届け出られており、その排出・移動量の合計は、約160tである。その内訳としては、大気へ538kg、公共用水域へ2,484kg、土壌へ4kgが排出され、廃棄物として156,640kg、下水道に20kg移動したと届出られている。

また、対象業種届出外推計値は、47都道府県合わせて11,203kgと推計されている。

2. ノニルフェノールエトキシレートの排出・移動の概要

ノニルフェノールエトキシレートは、39都道府県、411事業所から届け出られており、その排出・移動量の合計は、1,196,521kgである。その内訳としては、大気へ11,396kg、公共用水域へ295,196kg、土壌へ4kgが排出され、廃棄物として606,415kg、下水道に282,772kg移動したと届出られている。

また、推計値としては、47都道府県合わせて、対象業種届出外から729,488kg、非対象業種から946,899kg、家庭から83,931kg排出されたと推計されている。

【第7章 放出シナリオ】

4章、6章の結果を踏まえ、ノニルフェノールとノニルフェノールエトキシレートのライフサイクルを作成した。また作成したライフサイクルに沿って、製造、調合、使用といった各ライフステージからの放出量の推定に2つのシナリオを設定し、その両シナリオ(放出シナリオ)を比較することで今後着目すべき課題を整理した。

推定方法として、第4章において収集した用途別使用量に経験的に得られた生産(出荷)量に対する放出原単位を設定し放出量を求める方法と、もう1つは第6章で示したPRTRデータの業種別に得られた放出量を4章で示した用途別に再配分する方法を用いた。その結果、ノニルフェノールエトキシレートを中心にした放出量は下表に示すとおりとなった。また、下水処理場にも着目し、ノニルフェノール、ノニルフェノールエトキシレート、ノニルフェノールエトキシ酢酸についての水域への放出量、活性汚泥中に含まれ、廃棄物として移動する量について推定を行った。

表 用途別出荷量と水域への NP および NPE の使用量と放出量

仮定される放出源/ 放出先		使用量 (t)	放出量		
			研究会 推計値 (t/y)	PRTR 届出 (t/y)	PRTR 非届出* (t/y)
NP 製造工程		16,110 (2001 年)	0.0003	0.003	0
NP 調合・加工工程		6,400 (2000 年)	-	2	11
NPE 製造工程		14,455	-	0.6	0
NPE 調合・加工工程			-	0.6	-
NPE 含有 製品	ゴム・プラスチック工業	2,726	30	0.04	86
	機械・金属工業	2,136	23	20	38
	繊維工業	1,853	20	60	250
	業務用洗浄剤関連*	2,068	870	-	550
	農薬・肥料・飼料*	983	410	-	410
	土木・建築・窯業	912	10	0.09	4.4
	染料・顔料・塗料・インキ工業	798	0	0	1.7
	クリーニング業	577	240	3	230
	紙・パルプ工業	548	6.0	200	4.1
	皮革工業	287	3.2	2	1.1
	香粧・医薬品工業*	252	110	-	73
	石油・タール・鋳業・燃料工業	198	0	0.005	20
	食品工業	175	1.9	-	1.3
	情報関連産業	48	0.53	-	-
	環境保全	17	0.19	-	-
その他	877	9.6	0.8	91	

* 裾切り推計値および非点源推計値の環境への放出は全て水域に放出されるとしている。

∴ 未調査

(NP: ノニルフェノール、NPE: ノニルフェノールエトキシレート)

これらの結果から 2 つの手法による放出量を比較すると、ノニルフェノールエトキシレートを取り扱うゴム・プラスチック工業、土木・建築・窯業、クリーニング業及び紙・パルプ工業で値の乖離が見られ、放出量を推計するためにさらなる実態調査が必要であると考えられた。また、用途別の出荷量と比較すると紙・パルプ工業、業務用洗浄剤用途、農薬・肥料・飼料用途及び香粧・医薬品工業用途からの放出量が多いため、ノニルフェノールおよびノニルフェノールエトキシレートの環境への影響の状況によってはこれら用途での使用実態についてさらなる調査が必要である。

またライフサイクル全般にわたる実態を明らかにするためには、下水処理場や廃棄物処分場に

におけるノニルフェノールおよびノニルフェノールエトキシレートの実態を把握する必要がある。

【第8章 モデルによる濃度計算】

生態リスクを評価するためのノニルフェノールの暴露濃度データは、観測地点、観測時期ともに限られており、詳細リスク評価を行うためには、十分な観測データが収集されているとはいえない。今後とも、観測の労力や観測にかかるコストを考慮すると、空間的に大規模な観測を時間的に継続して行う等のことは、困難と思われる。そのため、モデルによる解析が必要となる。ここでは、ノニルフェノールの濃度を水系暴露モデルによって推定した結果をまとめた。

多摩川を対象にノニルフェノール濃度の解析を行い、時空間的に詳細な暴露濃度の分布を解析したが、計算値は観測値に比べ、高めに再現されており、今後パラメータの調整が必要である。

【第9章 産業界における自主的取組み事例】

各産業界では、ノニルフェノールの生態環境へのリスクが懸念される中、ノニルフェノールエトキシレートについては、可能な範囲からポリオキシエチレンアルキルエーテルへの転換が自主的に進められている。今後はこの自主的取組みの効果が現れ、ノニルフェノールエトキシレートの生産は、その機能の有益性ゆえに、代替不可能な用途のみの生産量まで減少していくものと思われる。

【第10章 自治体における取組み事例】

自治体における取組みの事例として、愛知県及び大阪府の取組の事例を示した。両自治体とも、国の調査の結果において、検出濃度が高かったノニルフェノールを含む物質について、水質・底質等の濃度調査を実施している。

愛知県では、今後、調査結果及び環境省の見解を踏まえて、引き続き環境中の濃度把握のための調査を実施するとともに、国等からの情報収集に努め、科学的知見の集積に努めていくこととしている。また、1998年度にノニルフェノールが比較的高い濃度で検出された日光川流域については、流域事業場に対して、ノニルフェノールを含む界面活性剤の使用量の削減、代替品の使用への転換等を引き続き指導していくとしている。

大阪府では、国が実施する全国一斉調査に協力するとともに、国等の内分泌かく乱物質に関する調査研究についての情報収集に努め、知見の集積を図ることとしている。また、PRTR法による届出データ等を活用して排出実態等の把握に努めるとともに、必要に応じて、府域の環境濃度の実態や水環境中の濃度を予測無影響濃度以下とするための方策の検討を行うこととしている。