

物質間の代替性を考慮した微量化学物質規制策の経済評価

岐阜大学大学院 学生会員 ○河合俊介

岐阜大学 正会員 高木朗義

大阪工業大学 正会員 武藤慎一

産業技術総合研究所 正会員 東海明宏

1. はじめに

化学物質は産業活動や生活を支える多くの製品の素材に含まれており、特に健康や生態系へのリスクが懸念されるものは微量化学物質とよばれている。その中でも、難燃剤は発ガンリスクの問題から近年、毒性の強いものから弱いものへの代替が行われている。本研究では物質間の代替を捉えた上で、難燃剤に含まれる微量化学物質のリスク管理対策を導入した際、社会経済メカニズムを介した費用や便益の分配、波及構造を応用一般均衡 (CGE) モデルにて明らかにし、有効な規制策について検討することを目的とする。

2. 難燃剤利用の現状とその対策

現在の工業製品、特にプラスチック製品には厳格な難燃性規格が設定されていることもあり、企業は火災からの安全性を確保するために製品への難燃剤の添加を行っている。わが国のプラスチック需要量は 2002 年において生産量 1,365 万トン、消費量 1,015 万トンと推定され、その中の難燃材料の割合は 6~7%程度と考えられている¹⁾。難燃剤の使用は製品の耐火性を高め火災被害を軽減させるが、人々は健康被害というリスクに直面する。本研究ではこれらのトレードオフ関係を捉えるためのモデルを次章にて構築した。一方、日本における難燃剤の需要量は 2002 年において 156,250 トンであり、その内訳は臭素系 57,550 トン、リン系 26,500 トン、塩素系 5,200 トン、無機系 67,000 トンとなっている。難燃剤の中でも臭素系難燃剤は三酸化アンチモンとの併用により優れた難燃効果を示すため、現在の難燃剤の主流となっているが、高い発ガンリスクを有することから欧州では問題視されており、毒性の弱いリン系難燃剤などへの代替が進んでいる。しかし、これらは臭素系のものに比べコストがかかるという問題を抱えているため、経済評価を行う際にはこの点も考慮する必要がある。

3. 難燃剤規制策評価のための CGE モデル

本モデルを含む一般的な CGE モデルは以下のような前提の下で構築される。すなわち、社会には、家計、産業および政府が存在し、家計は効用最大化行動を、産業は生産費用最小化行動をとる。そして、各財および生産要素は市場メカニズムを通じて需給均衡が達成される。本モデルではこれに加え、家計が難燃剤の使用に伴って発生するリスクを軽減するために、労働と資本の提供によって得た所得を当該消費と貯蓄の他に、医療支出や損害保険サービスに配分するという行動をモデル化した。

$$V = \max_{Z, M, F} \left[\beta_Z^{\frac{1}{\sigma}} Z^{\nu} + \beta_M^{\frac{1}{\sigma}} \{M - C_M\}^{\nu} + \beta_F^{\frac{1}{\sigma}} \{F + C_F\}^{\nu} \right] \quad (1.a)$$

$$s.t. \quad p_Z Z + p_M M + p_F F = p_L \Omega + p_K K_S \quad (\equiv I) \quad (1.b)$$

ここで、 V : 効用水準、 Z : 当該消費・貯蓄合成財消費量、 M : 健康被害抑制サービス消費量、 F : 火災被害抑制サービス消費量、 C_M : 難燃剤リスク変化に対する健康被害抑制のための支払意思額、 C_F : 難燃剤リスク変化に対する火災被害抑制への受取補償額、 p_Z : 当該消費・貯蓄合成財価格、 p_M : 健康被害抑制サービス価格、 p_F : 火災被害抑制サービス価格、 p_L : 賃金率、 p_K : 利子率、 Ω : 総利用可能時間、 K_S : 資本保有量、 I : 総所得、 $\beta_Z, \beta_M, \beta_F$: 分配パラメータ、 σ : 代替弾力性、 $\nu := (\sigma - 1)/\sigma$ である。 C_M 、 C_F は難燃剤使用に伴う環境リスクの変化 ΔN_{FR} の関数であり、その原単位はアンケートによるコンジョイント分析の結果から算出する。ただし今回はモデルの適合性を判断するため CGE への導入は行わず、部分均衡計算によって難燃剤リスクが変化した場合における家計の消費選好の変化を分析するにとどまった (図 1)。図 1 より、難燃剤リスクの増加に伴って家計は健康被害抑制サービス消費を増やし、火災被害抑制サービスを減らしていることが確認された。

代替性については、臭素系難燃剤からリン系難燃剤への代替が行われた場合のコスト高を単位要素費用の

増加として CGE モデルに組み込んでいる。その際、コスト高により発生する余剰金は難燃剤部門に政府の補助金という形で配分され、生産量の落ち込みを抑制する。すなわち、費用の高い製品への代替は企業の自発的な行動のみでは不可能であるため、企業へのインセンティブを持たせるために政府の市場介入行動を導入したモデル構造をここでは設定している。

4. 規制策による便益評価

臭素系難燃剤の規制によってリン系難燃剤が使用されたことによる市場への影響を図2～図3に示す。規制策としてコストアップ率を5～30%まで設定し、各段階における評価を行った。ただし、CGEモデルのデータセットにあたる産業連関表²⁾の構造上難燃剤部門を独立させることが困難であったため、ここではプラスチック製品製造部門の7%が難燃剤部門への影響であるという仮定を用い、実際の計算ではコストアップ率を0.35%～2.10%と設定している。図2は臭素系難燃剤の規制が各産業へ及ぼす影響を表す。これを見ると財価格の変化は、「電気機械、輸送機械、精密機械、その他製造工業製品」部門の上昇が大きく、それによって生産量が大幅に減少していることが分かる。難燃剤部門では規制が行われたにも関わらず生産量が増加しているが、これは規制により臭素系難燃剤が減少、リン系難燃剤が増加し、難燃剤の総量として0.39%の増加があったと考えられる。よって規制によって難燃剤の総生産量は増加しているが、代替が行われたことによって健康へのリスクは減少していると考えられる。

図3は規制によって生じる市場経済的不便益である。

5%のコストアップに対し、約2,000億円の市場経済的不便益が発生している。これは難燃剤のコストが上昇したことにより、難燃剤を中間投入している産業の需要量が減少し、その影響で生産量の落ち込みが発生し市場規模の縮小が起こり、結果的に家計の所得低下に繋がったことが原因と考えられる。また前章で記述したとおり、今回の分析ではリスク変化に伴う家計の行動変化の概念を導入していないため、生産量減少に伴う所得の低下によって不便益が発生しているが、健康被害抑制サービスや火災被害抑制サービスを明示的にすることで正の便益が生じる可能性があることから、今後はこの点に関して分析を進めていく必要があるといえる。

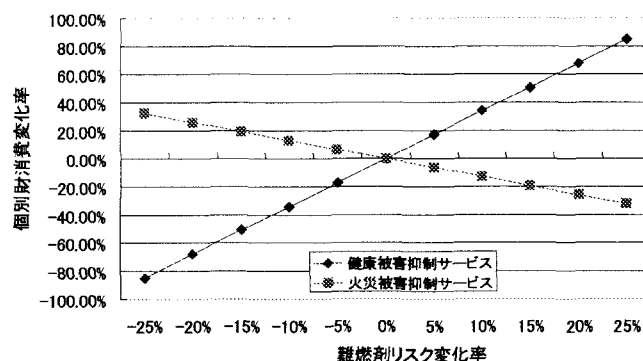


図1 難燃剤リスク変化に伴う家計消費の変化

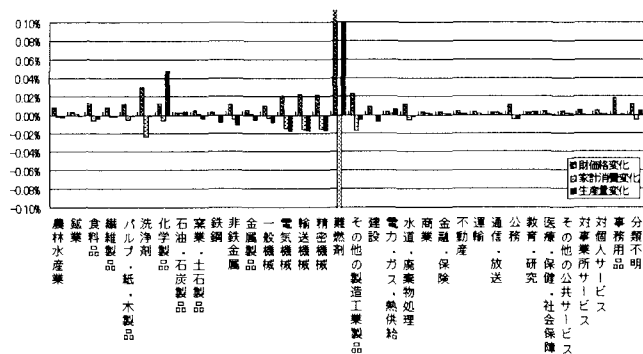


図2 規制策に伴う各産業への影響

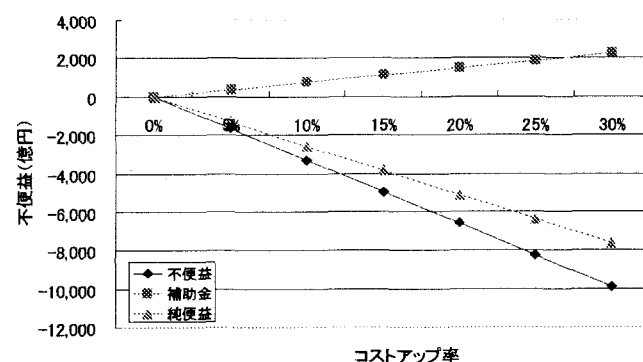


図3 コストアップ率に対する市場経済的不便益

5. おわりに

本研究ではこれまでに微量化学物質の中の難燃剤に焦点を当て、リスク管理対策として物質の代替を取り上げ、市場経済にどのような影響を及ぼすかを評価した。ただし本モデルでは難燃剤産業を一つの部門として扱っているが、本来代替性を検討する場合物質の種類ごとに部門を設定し、価格上昇率を各々設定して生産費用の違いを表現しなければならない。今後はこの概念を取り入れたモデルを構築していき、より詳細な分析を行っていきたい。

参考文献

- 1) 西澤仁: これでわかる難燃化技術, 工業調査会, 2003.
- 2) 総務庁: 平成7年産業連関表, 1999.