

悪臭におけるライフサイクルインパクト評価のための 支払意思額算定手法の開発

Development of calculation method of willingness to pay for life cycle impact assessment on offensive odorr

○北川慧*¹⁾、吉川直樹¹⁾、天野耕二¹⁾

Kei Kitagawa, Naoki Yoshikawa, Koji Amano

1) 立命館大学

* rv0027eh@ed.ritsumei.ac.jp

1. はじめに

環境評価手法である LCA のフェーズの一つに人間や社会等への影響を統合的に評価するライフサイクルインパクト評価 (LCIA) がある。LCIA 手法は国内外問わず様々な手法が存在するが、工業や畜産業、廃棄物処理業などの事業所などから発生する悪臭を考慮した LCIA 手法は少ない。たとえば CMLCA¹⁾では対象とする悪臭物質を閾値以下の濃度にするために必要な空気量を特性化として評価している。

しかし、悪臭は一種類の物質が原因となるわけではなく、多種類の物質の混合し、相互に相乗や相殺が起きて発生するため、悪臭物質ごとの評価が実際に発生する悪臭の評価に則しているとはいえない。また、悪臭が及ぼす人間への被害評価を定量的に評価する手法は報告されていない。本研究では、物質の混合を考慮するために物質ごとの評価でなく、臭気を感じできる度合を示す臭気強度を用い、環境便益を評価する支払意思額 (WTP) から悪臭被害評価手法を構築する。

2. 方法

2.1 概要

本研究で対象とする業種を畜産業とする。インベントリ分析及びインパクト評価手法の流れを図 1 に示す。

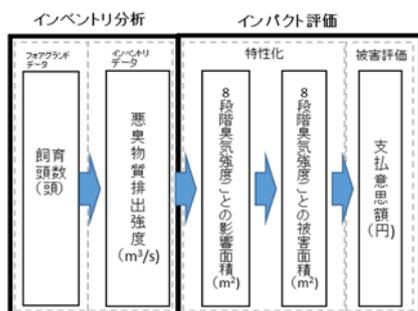


図 1 インベントリ分析及びインパクト評価手法の流れ

2.2 インベントリ分析

フォアグラウンドデータとして飼育頭数を使用する。飼育頭数から家畜の排泄物の総量を算定し、排

泄物によって発生する悪臭物質の排出強度をインベントリデータとして算出する。

2.3 特性化

悪臭物質の排出強度から拡散式を用いて悪臭が拡散する面積を算定する。拡散式は、風速 0.4m/s 以下の場合 Puff 式、0.5~0.9m/s の場合弱風 Puff 式、1.0m/s 以上の場合 Plume 式を用いる。地域特性を考慮するため国内を 7 地方に分類する。各拡散式のモデルにおけるパラメータである風速と日射量は、各地方の代表的な観測地点における 2014~2016 年のデータを用いた。

拡散式から臭気強度が 1 を上回る面積を影響面積として推計し、敷地面積を差し引いた面積を被害面積とした。そして被害面積と飼育数の関係から特性化算定式を導出した。

2.4 被害評価算定式の構築方法

被害面積は、悪臭防止法で定められた 6 段階臭気強度表示法²⁾に敷地境界線の規制基準設定の範囲の下限及び上限を加えた合計 8 段階別に集計する。その後、世帯数を可住面積で除した数値を世帯密度とし、地方ごとの世帯密度の中央値を 8 段階別に集計した面積を乗算し臭気強度別で影響を被る世帯数を算出した。

算定した世帯数に三上ら³⁾のアンケート結果から導き出された居住年数及び平均年収を考慮した一世帯当たりの悪臭強度別の WTP を乗算する。一例として関東における一世帯当たりの WTP を表 1 に記載する。臭気強度別の WTP を合算した数値を Total WTP とし、飼育頭数との関係から被害評価算定式を導出する。

表 1 関東における一世帯当たりの WTP

臭気強度	一世帯当たりの WTP (円/世帯)
1	3,470
2	4,571
3	5,077
3	5,559
4	6,023
4	6,470
5	7,324

3. 結果と考察

3.1 特性化の算定式

各地方において飼育頭数と被害面積には九州地方を除いて直線式よりロジスティック式が高い決定係数を示した。理由として、飼育頭数が少ない場合に排出される悪臭はほぼ感知できない程度の臭気強度であるが、飼育頭数が増えるにつれて排出される悪臭の臭気濃度が大きくなったためと考えられる。

表2 特性化における直線式とロジスティック式の決定係数の比較

地方	北海道	東北	関東	中部	近畿	中国・四国	九州
ロジスティック式	0.98	0.98	0.96	0.97	0.97	0.98	0.97
直線	0.96	0.96	0.86	0.95	0.95	0.96	0.99

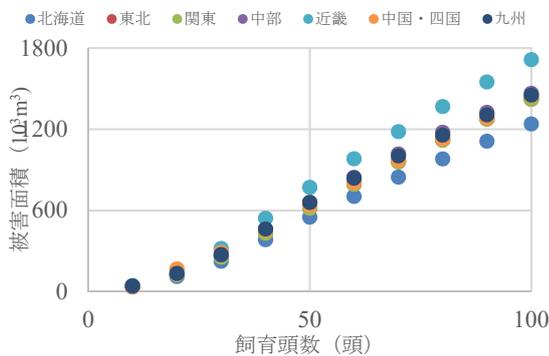


図2 各地方における被害面積と飼育頭数の関係

3.2 被害評価の算定式

図2で算定した被害面積に比べ、図3の Total WTP は地方ごとにばらつきがある。一例として、東北地方と関東地方における被害面積はほぼ同値であるが、関東地方は他の地方より大きい Total WTP となる一方、東北地方は北海道地方を除いた他の地方より下回る結果となった。これは東北地方に比べ関東地方の世帯密度が10倍以上大きく悪臭被害を受ける世帯数が多くなったためである。

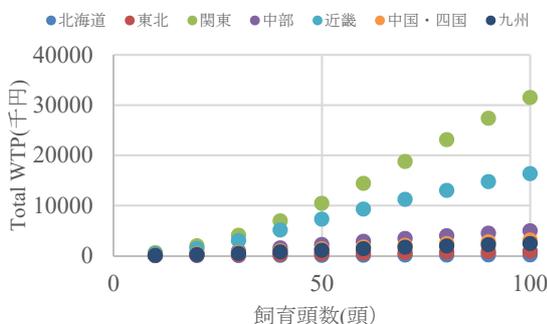


図3 各地方における Total WTP と飼育頭数の関係

表3 直線式とロジスティック式の決定係数の比較

地方	北海道	東北	関東	中部	近畿	中国・四国	九州
ロジスティック式	0.98	0.98	0.98	0.98	0.97	0.96	0.98
直線式	0.97	0.96	0.89	0.97	0.93	0.97	0.94

また、特性化の算定式と同様に被害評価の算定式も直線式よりもロジスティック式が高い決定係数である地方が多いことがわかった。ロジスティック式を(1)と表したとき、各地方における飼育頭数 x から Total WTP を算定するパラメータを表3に示す。なお K 、 a 、 b それぞれ定数である。

$$Total\ WTP(\text{円}) = K / (1 + b \times e^{-ax}) \quad (1)$$

表3 WTP 算定におけるパラメータ

地方	北海道	東北	関東	中部	近畿	中国・四国	九州
K (推定)	1.E+06	1.E+06	3.E+06	2.E+06	2.E+06	1.E+06	2.E+06
a	7.E-02	7.E-02	6.E-02	7.E-02	7.E-02	7.E-02	7.E-02
b	45	47	65	46	48	42	44

3.3 被害評価と世帯密度の関係

関東地方における世帯密度を最大値及び最小値にした際の Total WTP を図4に示す。他の地方でも Total WTP は世帯密度が大きく影響している。実際の畜産業は人口密度が低い地域で営まれている場合が多いことを踏まえ、世帯密度の選定方法を検討する必要がある。

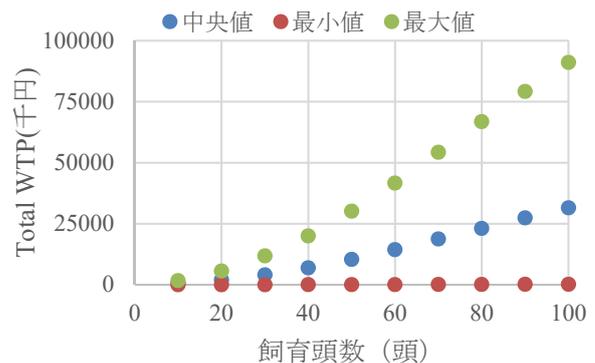


図4 関東地方における世帯密度と Total WTP の関係

4. 結論

Total WTP を算定する手法を算定できたが、世帯密度によって大きく変動することから、世帯密度の選定を塾講する必要がある。また、本要旨では頭数などの関連性がみられなかったため敷地面積を推計できなかった。今後の課題として敷地面積が Total WTP に与える影響を検討する必要がある。本要旨では暫定的な数値であり検証を行った結果を当日の口頭発表にて報告する。

参考文献

- 1) R.Heijungs, “ENVIRONMENTAL LIFE CYCLE ASSESSMENT OF PRODUCTS”, CML, Leiden, (1992), pp.87-89
- 2) 悪臭法令研究会, “ハンドブック悪臭防止法”, ぎょうせい, 東京都, (2001), pp.48
- 3) 三上健太・廣政幸生:” 明治大学農学部 研究報告”, (2001), pp.1-7