

GIS を用いた悪性新生物の 環境リスク要因解明に関する応用研究

安納住子¹

¹正会員 医博 芝浦工業大学講師 工学部 土木工学科 (〒108-8548 東京都港区芝浦 3-9-14)

E-mail: annou@sic.shibaura-it.ac.jp

1998 年から 2000 年までの東京郊外における悪性新生物の環境リスク要因を解明するために、地理情報システム (GIS) を用いたケースコントロール研究を行った。GIS を用いて悪性新生物による死亡と処分場への近接関係を検討し、さらに各臓器のオッズ比およびそのオッズ比に対する 95% の信頼区間を算出した。解析結果では廃棄物埋め立て処分場が悪性新生物による死亡の環境リスク要因であることが示され、廃棄物埋め立て処分場周辺に住んでいる地元住民は、悪性新生物による死亡リスクが有意に高くなることが明らかになった。

Key Words : GIS, cancers, environmental risk factors, waste landfill sites

1. はじめに

有害な物質を処理する廃棄物埋め立て処分場が、周辺住民の健康や周りの環境に及ぼす影響について懸念されている。廃棄物埋め立て処分場が揮発性有機化合物の豊富な混合物を含むガス（それらのいくつかはヒトへの発癌性物質と考えられている）やメタンを大量に発生しているという報告がある¹⁾⁻⁴⁾。処分場で操業中に排出されるガスや化学物質などにより汚染された空気が人体に吸収される可能性がある。また廃棄物埋め立て処分場周辺の水や土壌が処分場に埋蔵している有毒物質によって汚染され、その汚染された水が家庭用水として使用され、さらに化学物質などにより汚染された水や土壌が近くで栽培・消費される野菜や魚介類などに影響を及ぼす可能性もある。ゆえに、廃棄物埋め立て処分場周辺に住んでいる人々は空気、水、土壌などを介して有害物質に曝されるリスクが高いことが予想される^{5), 6)}。

近年、廃棄物埋め立て処分場に関する健康リスク評価について科学的な論議がなされている。例えば、処分場近くに住んでいる母親から生まれた新生児は先天性異常のリスクが高いなど、処分場周辺住民における有害な健康影響が増加しているという研究報告がある⁶⁾⁻¹¹⁾。また Goldberg らの研究では、処分場周辺に住んでいる住民は処分場から離れた場所に居住する住民に比べて悪性新生物の疾患に罹るリスクが高いとの報告をしている¹²⁾。比較された 13 ケースのうちオッズ比が有意であったものは、すい臓の 2.2, (95% CI = 1.0-4.6) および非ホジキンリン

パ腫の 2.0, (95% CI = 1.0-4.0) であった。信頼区間の下限値が 1.0 を下回るので関連性が有意ではないがオッズ比が高かったものは、肝臓の 2.1, (95% CI = 0.8-5.3) および腎臓の 1.4, (95% CI = 0.9-2.3) であった。

悪性新生物の潜在的な原因と考えられているダイオキシンは、処分場に埋蔵されている有害物質として知られており、上記のような調査が日本でも行われることが必要である。しかしながら、日本では処分場における悪性新生物のリスク評価に関する疫学研究はほとんどない。そこで本研究では、処分場周辺に住んでいると悪性新生物のリスクが高くなるかどうか、東京郊外の処分場を対象に、GIS を用いたケースコントロール研究を行った。

2. 対象および方法

(1) 研究対象地域

東京郊外に位置する日の出町は、1984 年以降廃棄物埋め立て処分場が立地している。家庭用・商業用・産業用廃棄物の貯蔵所として開始された処分場は、1 日 1,000 トンに相当する廃棄物が 26 市 1 町からトラックで運び込まれている¹³⁾。近年、廃棄物処理からの汚水が水や土壌へ漏れてそれが原因となって生じる健康影響が懸念されている。

(2) データ

解析に使用したデータは以下の通りである。1) ICD-10 (疾病の国際分類) に基づいて分類された市区町村別の死亡数に関するデータ¹⁴⁾；2) 東京都市区町村別の3区分別人口に関するデータ¹⁵⁾；3) 東京都埋め立て処分場の住所¹⁶⁾；4) 東京都の縮尺1/2500の数値地図。これらのデータはGISに統合して解析に用いられた。また、東京都市区町村別の世帯人口に関するデータ¹⁷⁾および東京都市区町村別の産業人口に関するデータ¹⁸⁾は、非暴露群(比較)を選択する際に参照用のデータとして用いられた。

(3) 空間分析

市町村レベルの解析を行うために、暴露群(ターゲット)としての市町村そして非暴露群(比較)としての市町村をGISを用いて選択した。またドルク⁹⁾宮田¹⁹⁾らの研究結果を参考に埋め立て処分場から3km圏内を原因物質に最も曝露されやすい「近接ゾーン」とした。そしてGISの機能であるバッファリング(点・線・面のような位置や形状をもつ空間データを対象として、そこから指定された距離だけ拡張した領域を生成する方法)²⁰⁾を用いて廃棄物埋め立て処分場を中心としてそこから東京郊外の29の市町村が含まれるまで3km間隔の領域を生成した(図-1)。

東京都心の23区は社会経済、人口統計、地理的要因の差異を考慮に入れて除外した。研究対象地域29の市町村を含む11のバッファゾーンが作成され、このゾーンから暴露群(ターゲット)としての市町村および非暴露群(比較)としての市町村が選択された。

近接ゾーンの50%以上で占められ、処分場が立地する日の出町の住民を暴露群(ターゲット)とした。非暴露群(比較)に関しては、近接ゾーンを除く各バ

ッファゾーンから1市町村ずつ選択し計10の市町村を選択した。非暴露群を選択する際には、この疾病に影響を与える因子として、年齢、社会経済状況等を調整するために、東京都市区町村別の世帯人口に関するデータ(面積、総人口に占める割合、一世帯当たり人員、町丁数を含む)および東京都市区町村別の産業人口に関するデータ(産業：大分類、年齢：5歳階級、男女別15歳以上就業者数及び平均年齢を含む)が用いられた。上記のデータを参照しながら、非暴露群(比較)は暴露群(ターゲット)の社会経済状況特性と類似し、また地理的特性、世帯、年齢層、労働者数等において同様の割合をもつなど、できるだけ類似するように選択された。ターゲット地域および比較地域の選択によって生じるバイアスは、この方法を用いることにより回避された。

(4) GISを用いたケースコントロール研究

GISを用いたケースコントロール研究はケース4,008人およびコントロール692,528人に対して行われた。ケースは1998年から2000年までに悪性新生物で死亡した死亡者数を割り当て、コントロールは疾病に罹っていない人口に基づいた人数として、2000年度における非暴露群の市町村の総人口からケースを差し引いた人数を割り当てた。これはGoldbergらの研究を参考にして決められた。つまり、彼らの研究では1968年の処分場開始後1979年から1985年の間に問診が行われたので、本研究では暴露期間、潜伏期間、発症、死亡までの期間を考慮して1984年の処分場開始後からさらに長い期間を設け、そして最近の動向を把握するために1998年から2000年までの過去3年間とした。

解析には11のケースグループに制限した。それらを以下に示す。(1) 食道(ICD-10 C15)；(2) 胃(ICD-10 C16)；(3) 大腸(ICD-10 C18)；(4) 結腸(ICD-10 C19, 20)；(5) 肝及び肝内胆管の悪性新生物(ICD-10 C22)；(6) 胆のう(ICD-10 C23)；(7) 膵(ICD-10 C25)；(8) 気管、気管支及び肺の悪性新生物(ICD-10 C33, 34)；(9) 乳房(ICD-10 C50)；(10) 子宮頸(部)(ICD-10 C53)；(11) 白血病(ICD-10 C90-95)。

本研究では、処分場から離れて住んでいる住民よりも処分場周辺に住んでいる住民の方が悪性新生物による死亡のリスクが高くなるかどうかについて調べるため、ケースコントロール研究を行った。GISによる分析結果をもとに、東京郊外の11市町村における1998年から2000年までに発生した悪性新生物による死亡について各臓器別のオッズ比およびその

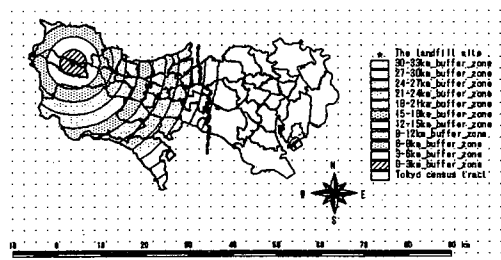


図-1 東京都の数値地図。斜線の円は処分場から3km圏内の近接バッファゾーン。破線は東京都心と東京郊外との境界線。

オッズ比に対する 95%の信頼区間を算出した。オッズ比は影響評価として用いられた。95%の信頼区間は、Breslow and Day²¹⁾によって推奨されている方法を用いて算出した。

3. 結果

各臓器別のオッズ比およびそのオッズ比に対する 95%の信頼区間を計算した。解析結果を表-1に示す。

すべてのオッズ比が有意ではなかったけれども、埋め立て処分場が立地している地域の住民は悪性新生物（全がん）のリスクが有意に高かった。統計学的に有意であったオッズ比は、胃の 1.56 (95% CI = 1.05-2.31) および大腸の 2.40, (95% CI = 1.51-3.81)であった。信頼区間の下限値が 1.0 を下回るので関連性が有意ではないがオッズ比が高かったものは、肝及び肝内胆管の 1.30, (95% CI = 0.77-2.22); 胆のうの 1.06 (95% CI = 0.44-2.57); 気管、気管支及び肺の 1.47, (95% CI = 0.97-2.22); 乳房の 1.40, (95% CI = 0.57-3.40); 子宮頸(部)の 1.92, (95% CI = 0.60-6.12)であった。顕著にオッズ比が高かったのは、胃 (OR = 1.56, 99% CI = 0.93-2.61) および大腸 (OR = 2.40, 99% CI = 1.31-4.41)であった。全がんのオッズ比は、1.39 (95% CI = 1.17-1.66; 99% CI = 1.10-1.75)であった。我々の所見では、埋め立て処分場は悪性新生物による死亡のリスク要因として統計学的に有意であった。つまり埋め立て処分場の近くに居住する地元

住民は、悪性新生物の高いリスクにあったことが示された。

4. 考察

今回の研究では、埋め立て処分場近辺に住む住民は悪性新生物による死亡リスクが有意に高かったことが明らかとなり、悪性新生物のリスクと埋め立て処分場との因果関係を示した Goldberg らの先行研究を支持するものとなった。しかしながら悪性新生物は病原・病因において異種混合である。今回の研究では、この疾病に影響を与える因子として年齢、社会経済的状況が調整されたが、その他の因子である遺伝、食生活習慣、化学物質などが検討課題として残されている。今後の研究においては、これらの交絡因子の検討および排除した研究を行うことが重要である。

廃棄物埋め立て処分場周辺で居住していると悪性新生物の死亡のリスクが高いことが明らかとなったことから、現在の廃棄物処分場は健康にとって潜在的に有害であると考えられる。それゆえに今後処分場周辺における環境および健康調査やその他の汚染源の解明などが地方・行政・国レベルで行われることが必要である。さらにこの疾病の生態的社会的な決定要因に関する疫学研究、そして人間の健康に危険を脅かす化学物質や化学混合物に関する毒物学的研究は至急に行わなければならない課題である。そして、工学技術およびマネジメント業務による対処法として、エンジニア、政策立案者、研究者は廃棄側からの現状把握を行い、化学物質の環境への拡散を防止するような総合的な有害物管理のあり方を構築していくことが重要であると考えられる。

表-1 オッズ比および 95%の信頼区間(CI)

臓器	オッズ比	95% CI
食道	0.72	0.23-2.25
胃	1.56	1.05-2.31*
大腸	2.40	1.51-3.81*
結腸	0.25	0.04-1.81
肝及び肝内胆管	1.30	0.77-2.22
胆のう	1.06	0.44-2.57
膵	0.86	0.35-2.08
気管、気管支、肺	1.47	0.97-2.22
乳房	1.40	0.57-3.40
子宮頸(部)	1.92	0.60-6.12
白血病	0.88	0.22-3.58

* p < 0.05

参考文献

- 1) International Agency for Research on Cancer (IARC): Overall Evaluations of Carcinogenicity: an Updating of IARC Monographs (vols 1-42), *IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans*, International Agency for Research on Cancer, Lyon, France, 1987.
- 2) U.S. Environmental Protection Agency (EPA): Air Missions from Municipal Solid Waste Landfills, *Background Information for Proposed Standards and Guidelines*, Office of Air Quality, Planning and Standards, U.S. Environmental Protection Agency (EPA/450/3-90/011a), Triangle Park, NC, 1989.

- 3) Lisk, D. : Environmental effects of landfills, *The Science of the Total Environment*, Vol. 100, pp.415-68, 1991.
- 4) U.S. Environmental Protection Agency (EPA) : Integrated Risk Information System, National Technical Information Service, Springfield, VA, 1994.
- 5) Upton, A.C. : Public health aspects of toxic chemical disposal sites, *Annual Review of Public Health*, Vol. 10, pp.1-25, 1989.
- 6) Dolk, H., Vrijheid, M., Armstrong, B., Abramsky, L., Bianchi, F., Garne, E., Nelen, V., Robert, E., Scott, J.E.S., Stone, D., and Tenconi, R. : Risk of congenital anomalies near hazardous-waste landfill sites in Europe: the EUROHAZCON study, *The Lancet*, Vol. 352, pp.423-27, 1998.
- 7) Geschwind, S.A., Stolwijk, J.A., Bracken, M., Fitzgerald, E., Stark, A., Olsen, C., and Melius, J. : Risk of congenital malformations associated with proximity to hazardous waste sites, *American Journal of Epidemiology*, Vol. 135, pp.1197-207, 1992.
- 8) Shaw, G., Schulman, J., Frisch, J.D., Cummins, S.K., and Harris, J.A. : Congenital malformations and birth weight in areas with potential environmental contamination, *Archives of Environmental Health*, Vol. 47, pp.147-54, 1992.
- 9) Sosniak, W., Kaye, W., and Gomez, T.M. : Data linkage to explore the risk of low birth weight associated with maternal proximity to hazardous waste sites from the National Priorities List, *Archives of Environmental Health*, Vol. 49, pp.251-55, 1994.
- 10) Croen, L.A., Shaw, G.M., Sanbonmatsu, L., Selvin, S., and Buffler, P.A. : Maternal residential proximity to hazardous waste sites and risk for selected congenital malformations, *Epidemiology*, Vol. 8, pp.347-54, 1997.
- 11) Marshall, E.G., Gensburg, L.J., Deres, D.A., Geary, N.S., and Cayo, M.R. : Maternal residential exposure to hazardous wastes and risk of central nervous system and musculoskeletal birth defects, *Archives of Environmental Health*, Vol. 52, pp.416-25, 1997.
- 12) Goldberg, M.S., and Desy, M. : Risks of developing cancer relative to living near a municipal solid waste landfill site in Montreal, Quebec, Canada, *Archives of Environmental Health*, Vol. 54, pp.291-96, 1999.
- 13) 多摩の会 : 環境調査報告書, 多摩の会, 東京都多摩群, 2001.
- 14) 東京都衛生局 : ICD-10 に基づく市区町村別の死亡者数, 東京都衛生局, 東京都, 2001.
- 15) 東京都総務局 : 住民基本台帳による東京都の世帯と人口 (町丁別・年齢別) 区市町村別年齢 3 区分別人口, 東京都総務局, 東京都, 2001.
- 16) 東京都環境局 : 東京都最終埋め立て処分場, 東京都環境局, 東京都, 2001.
- 17) 東京都総務局 : 住民基本台帳による東京都の世帯と人口 (町丁別・年齢別) 区市町村別面積, 東京都総務局, 東京都, 2001.
- 18) 東京都総務局 : 東京都の産業人口, 東京都総務局, 東京都, 2001.
- 19) 宮田秀明 : ダイオキシン類の環境汚染とリスク評価, 廃棄物学会誌, Vol. 8, No. 4, pp.301-11, 1997.
- 20) 資源・環境観測解析センター : 新編リモートセンシング用語辞典, チクマ秀版社, 1996.
- 21) Breslow, N.E., and Day, N.E. : Statistical methods in cancer research, volume 1: the analysis of case-control studies, IARC Scientific Publication, Lyon, France, 1980.

(2002. 9. 12. 受付)

GIS APPLIED FOR IDENTIFICATION OF ENVIRONMENTAL RISK FACTORS FOR CANCERS

Sumiko ANNO

A combination of geographic information systems (GIS) and a case-control study was conducted to identify environmental risk factors for cancers in the Tokyo suburb area from 1998 to 2000. GIS were used to correlate cancer mortality with proximity to a waste landfill site and calculate odds ratios (ORs) and associated 95% confidence intervals (CIs) for each site of cancer. Our findings indicated that a waste landfill site was the significance of the environmental risk factor for cancer mortality in the study population; local residents who live near a waste landfill site might have been at excess risk of cancers.