

不法投棄地点に関する道路特徴の推定

Estimation of the road feature about the illegal dumping point

○丹波澄雄*, 福島未来*

○ Sumio Tamba*, Yume Fukushima*

* 弘前大学

*Hirosaki University

キーワード：GIS、曲率半径、道路区間距離

連絡先：〒 036-8561 青森県弘前市文京町 3 番地 弘前大学大学院 理工学研究科 丹波研究室
丹波澄雄, Tel.: (0172)-39-3725, E-mail: tanba@cc.hirosaki-u.ac.jp

1. はじめに

不法投棄とは清掃に関する法律(主に、廃棄物処理法)に違反して、同法に定めた処分場以外に廃棄物を投棄することであり、違反をすると5年以下の懲役もしくは、1000万円以下の罰金が科せられる。

不法投棄された廃棄物が与える悪影響としては、金銭問題(リサイクル費用は自治体やその土地の地権者が税金や私費で大半を処理することになる)や環境問題(有害物質が土壌や地下水を汚染し、それにより人や野生動物に健康被害を及ぼす)がある。

不法投棄を行うのは人間であり、不法投棄を行う場所を選定しなければならない。選定条件として考えられる要因として、心理的要因と物理的要因が挙げられる。心理的要因としては、不法投棄したゴミが見えなくなること(罪悪感)や不法投棄が目撃されないこと

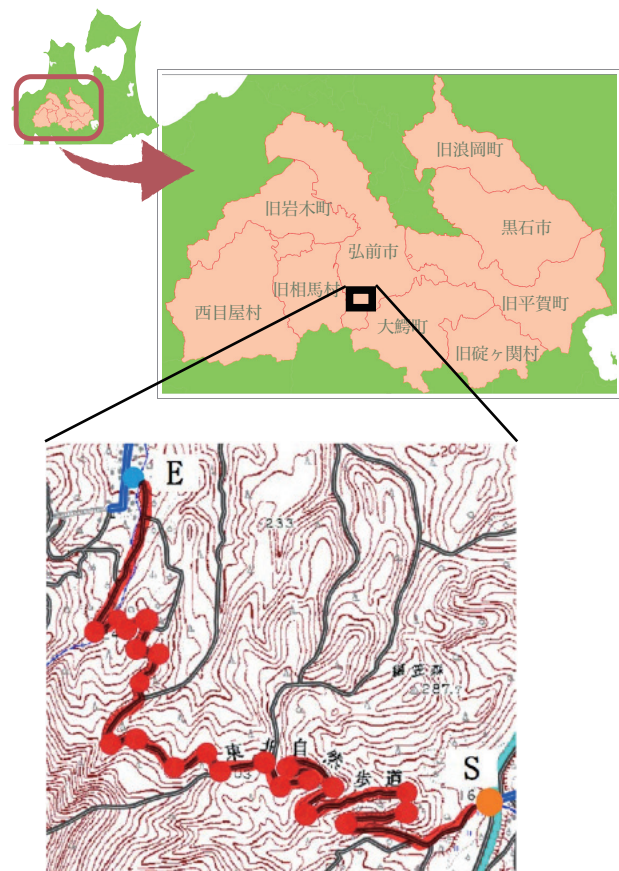


図1 対象道路(編笠林道)

(安心感)など隠蔽性が重要な要因となるであろう。物理的要因としては、投棄物の輸送にはトラックなど車を用いて行われるので、車での移動時間や移動距離、道路状態などが重要な要因となろう¹⁾。

我々の研究室では不法投棄が行われる地点(不法投棄地点)の持つ地理的特徴に関しての研究を行ってきており^{2,3)}、青森県弘前市およびその周辺地域の山林地域の不法投棄地点のデータと地図情報より不法投棄地点の予測地図を作成している^{4,5)}。

本研究では、より精度の高い予測地図を作成するために、不法投棄が行われている道路の特徴に着目し、この道路特徴量を不法投棄地点予測に用いる場合の有効性に関して検討を行った結果について報告する。

2. 研究対象道路

今回研究の対象とする道路は、図1に示すSを始点、Eを終点とした弘前市の南方の久

渡寺から座頭石に抜ける編笠林道である。図1中に丸で示されているカーブは、小縮尺の地図で対象道路が特徴的に曲がっていることが確認できる地点である。また、今回対象とした道路は、我々が確保している不法投棄地点データより不法投棄地点が多く位置している道路から選定した。

3. 解析に使用した道路特徴量

投棄物の運搬にはトラックなどの車が利用されると考えられるので、不法投棄物の発見地点から不法投棄が行われている地点が判る。投棄のためには車を停止させる必要が有る。急斜面で車を停止させた場合、重い物の投棄などの作業性が低下する。車を停止させる場合、通常は他の車が通過できるスペースを確保する。カーブに停車するのは危険が大きいのである程度カーブから離れることになる。このように、不法投棄を行うために車を停止させる場所にはある特徴が見られる可能

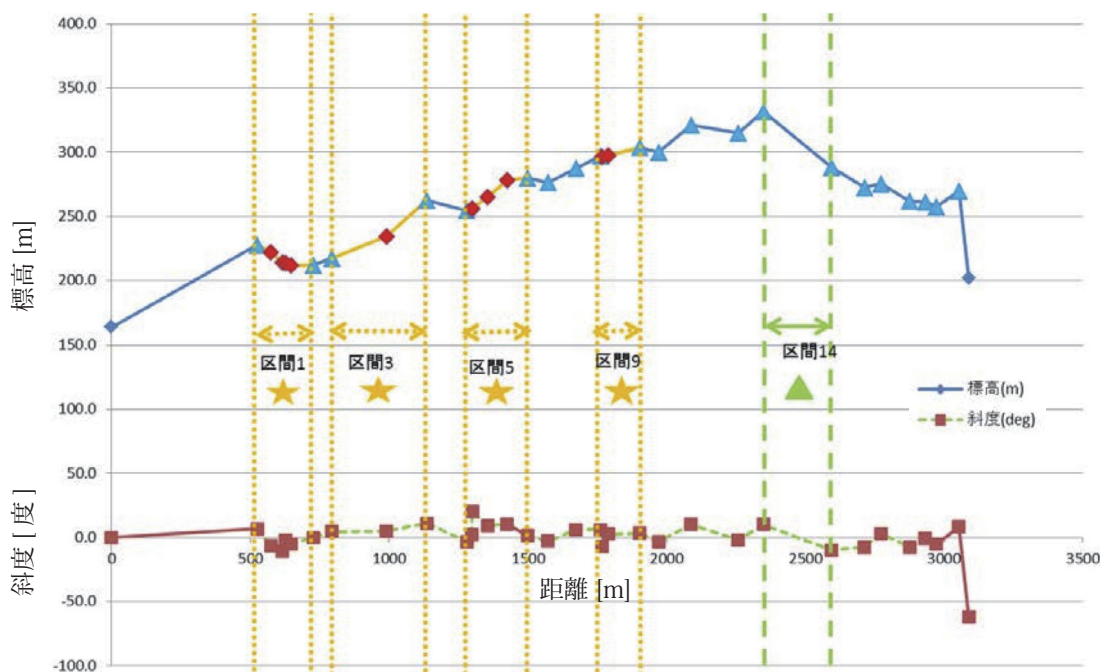


図2 対象道路の道路距離と標高および斜度の関係

性がある。そこで、今回は以下の道路特徴量に着目し検討を行った。

(1) 曲率

図1中に示したカーブ地点の曲率(曲率半径Rの逆数)を、数値地図2500(空間データ基盤)データに基づいて地理情報システムソフトウェア「SIS」を用いて計測した。

(2) 道路区間(距離、標高差、斜度)

図2は横軸に対象道路の始点からの距離、縦軸に対象道路の標高および斜度を取っており、対象道路の標高および斜度の変化を示している。図中の上部の標高をプロットした線上にある▲は対象道路のカーブ地点を表しており、◆は対象道路の不法投棄地点を表している。図中の下部の斜度の線はカーブ毎にまた不法投棄地点毎に値を求めてプロットしている。

今回は対象道路から道路特徴量を抽出するためにカーブとカーブの間を一つの区間と定義し、不法投棄地点を含んでいる区間を不法投棄地点区間と呼ぶことにする。図2で★で表された区間が対象道路内の不法投棄地点を含む区間である。

(3) 見通し

対象道路の各区間の見通しの程度を推定するために、衛星画像を用いて道路が確認できるかどうかで判断することとした。使用した衛星画像はGoogle Earthの2009年10月に撮影された衛星写真である。対象道路が上空から確認することができるかどうかの判断は目視で行った。今回の対象道路のほぼ全域が山林の中を通り樹木に囲まれていることはGISデータから判っている。目視による確認の結果、殆どの道路範囲で樹木の中の道路を検出する事はできなかった。従って、今回の対象道路に関しては、見通しと不法投棄地

点との関連性を明確にすることはできなかった。

4. 解析結果と考察

4.1 曲率

山間部では、カーブを過ぎると不法投棄地点が見つかるように思える。そこで、まずカーブの大きさと不法投棄地点の関係を調べる。カーブを隣接する区間の片方または両方が不法投棄区間で有るカーブ(不法投棄地点隣接カーブ)とそうでは無いカーブに分類し、カーブの曲率の統計量を求めた。表1は対象道路のカーブ曲率の統計量を示している。また図3は対象道路のカーブ曲率のヒストグラムを表している。カーブの曲率と不法投棄地点の有無には関連が見られないと言える。

4.2 道路区間距離

次にカーブとカーブの間の道路区間に着目する。区間には始点から順番に通し番号を振ってある。各区間について、道路区間の距離、道路区間の両端の標高差、道路区間の斜

表1 対象道路のカーブ曲率の統計量

	全体	不法投棄地点あり	不法投棄地点なし
サンプル数	21	8	13
平均値	0.12	0.13	0.11
標準偏差	0.09	0.10	0.08
最小値	0.02	0.03	0.02
最大値	0.33	0.33	0.25

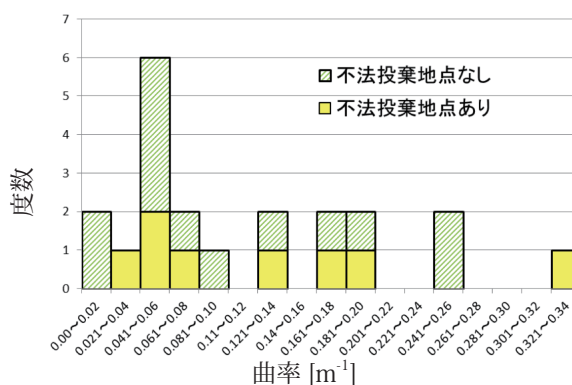


図3 対象道路のカーブ曲率のヒストグラム

度を算出した結果を表2に示す。

対象道路内の全ての区間は不法投棄地点区間とそれ以外の区間（非不法投棄地点区間）に分けられる。このように分類した区間の道路区間の距離、道路区間の両端の標高差、道路区間の斜度の統計量を表3に示す。不法投棄地点区間と非不法投棄地点区間では区間距離の平均値に約2倍の差が見られ、不法投棄地点区間の方が長いことが判った。

この結果より道路区間距離の長さによって、不法投棄範囲を絞り込むことが可能と考えられる。

4.3 最近地点間距離

不法投棄地点区間において、区間の最初のカーブから最初の不法投棄地点までの距離、および区間の終わりのカーブとその直前にある不法投棄地点までの距離を最近地点間距離と定義する。不法投棄地点区間は4区間あるので最近地点間距離の値が得られる最近地点間データ組（不法投棄地点とカーブ地点のデータ組）は8つ得られる。この8組の地点データから、最近地点間距離、標高差、斜度を求めた。表4はこれらの値の統計量を示している。

表4から、カーブから不法投棄地点までは平均して約90m離れており、最短でも約20m離れていることが判る。また、標高差と斜度は小さな値であり、不法投棄地点の特徴をほとんど表していない。

4.4 不法投棄地点までの距離の統計量

我々は不法投棄地点の地理的特徴に関して研究を行ってきている。今回得られた不法投棄地点区間データと我々が得ている結果⁵⁾の統計量を比較する。

我々の得ている結果では、最終的な脇道か

表2 対象道路区間の区間距離、標高差および斜度の算出結果

	距離(m)	標高差(m)	斜度(deg)
区間1	202	-15.75	-4.46
区間2	67	5.46	4.66
区間3	342	45.25	7.54
区間4	144	-7.91	-3.15
区間5	219	25.28	6.59
区間6	74	-3.56	-2.76
区間7	101	11.05	6.25
区間8	88	9.61	6.24
区間9	142	6.74	2.72
区間10	68	-3.91	-3.29
区間11	117	20.97	10.16
区間12	169	-5.93	-2.01
区間13	91	16.54	10.30
区間14	246	-43.21	-9.97
区間15	119	-15.90	-7.61
区間16	59	3.05	2.96
区間17	103	-13.33	-7.38
区間18	57	-0.87	-0.87
区間19	39	-3.57	-5.23
区間20	82	12.13	8.42

表3 対象道路区間の区間距離、標高差および斜度の統計量

	不法投棄区間内			不法投棄区間外		
	区間距離(m)	標高差(m)	斜度(deg)	区間距離(m)	標高差(m)	斜度(deg)
平均値	226.25	23.25	5.33	101.50	11.06	5.70
標準偏差	72.69	14.29	1.87	49.51	9.98	2.96
最小値	142	6.74	2.72	39	0.87	0.87
最大値	342	45.25	7.54	246	43.21	10.30

表4 不法投棄地点区間の最近地点間データから求めた区間距離、標高差および斜度の統計量

	最近地点区間距離(m)	標高差(m)	斜度(deg)
平均値	91.75	8.01	4.00
標準偏差	53.97	9.14	3.27
最小値	18	0.04	0.03
最大値	197	28.27	11.04

ら不法投棄地点までの距離の平均値(M)は552mであり、標準偏差(σ)は1281.5mであった。M+ σ は1833.5mであり、今回の対象道路の不法投棄地点区間である区間9の最後の不法投棄地点の1790mまで全て含んでいる。

これらの結果では道路全域で統計を求めているため、今回の対象道路は始点終点のどちらから考えても対象道路全域がM+2 σ の範囲内に入る。本研究では道路をカーブ間で区切ることにより検証する範囲を狭めているため、今後不法投棄される地点を予測しやすい。図4中の区間14は現在のところ不法投棄さ

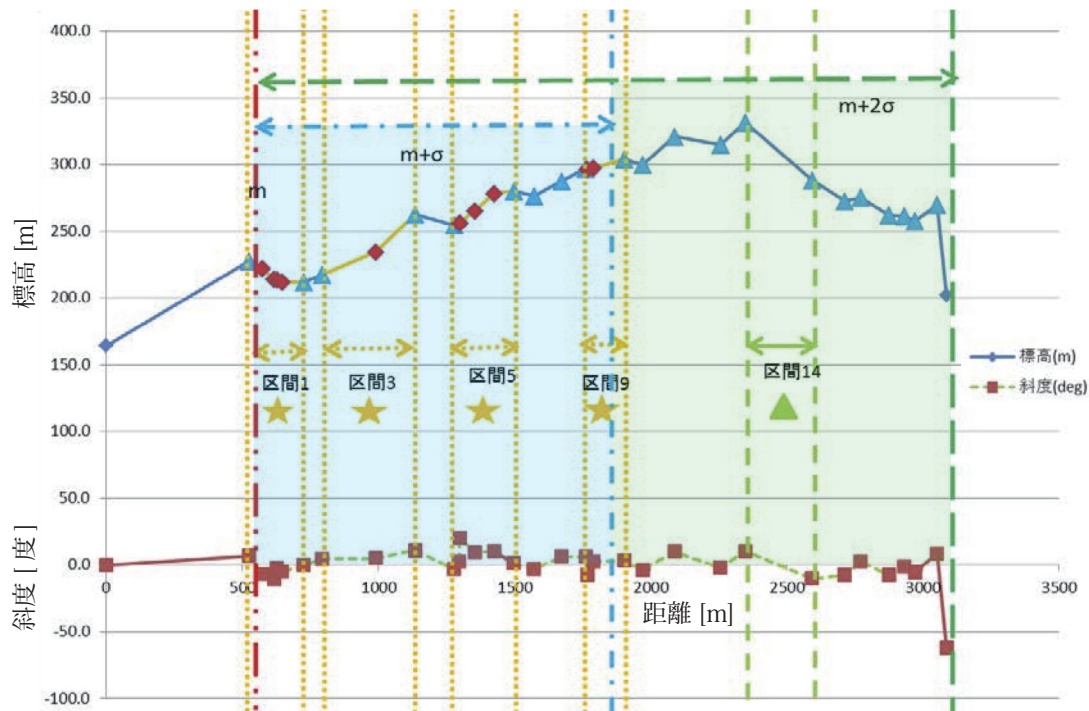


図4 不法投棄地点までの距離の統計量との比較

れていないが、今後不法投棄される可能性が高いと推測できる。

5. まとめ

不法投棄地点の予測精度向上のため不法投棄地点と道路特徴量の関係を調べた。道路特徴量の一つであるカーブ曲率と不法投棄地点の関係性は低かったが、道路をカーブごとに区切った道路区間の距離が長い場合に不法投棄が行われる傾向にあることが明らかになった。さらに不法投棄が行われる道路区間では不法投棄地点は区間の中央付近に多く見られ、またカーブに近い区間の両端 10% 程度には投棄されない傾向が見られる。

今回新たに導入した道路特徴量である道路区間を用いることで不法投棄されやすい区間を予測できる可能性が示された。

今後は今回の結果を他の道路に適用し、結果を判定する必要がある。また、今回の検証では調べきれなかった道路の高低差とカーブの関係性や、ガードレールの有無なども調べ、

より精度の高い不法投棄地点予測をするための道路特徴量を見出すことが課題となるだろう。

参考文献

- [1] 田崎智宏, 松井康弘, 川畑隆常, 大迫政浩, 高岸且, 盛田 彰宏, “不法投棄が発生しやすい地理属性とその発生確率の解析,” 廃棄物学会論文誌, Vol.15, No.1, pp1-10, 2004
- [2] 丹波澄雄, 長尾諭, 不法投棄地点における地理的特徴の解析, 日本写真測量学会平成 22 年度年次学術講演会論文集, pp.61-64, 2010
- [3] 久保桂之, 丹波澄雄, GIS データを用いた不法投棄地域の特徴抽出, 日本リモートセンシング学会第 51 回学術講演会論文集, pp.213-214, 2011
- [4] 丹波澄雄, 久保桂之, GIS データに基づく不法投棄地点予測域図の精度検証, 日本リモートセンシング学会第 52 回学術講演会論文集, pp.305-306, 2012
- [5] 佐藤慎, GIS データに基づいた不法投棄における地理的要因に関する研究, 弘前大学理工学部電子情報工学科学士論文, 2013