

ごみの材質による海岸ごみの検討(2)

Studies on Coastal Waste in Kagawa Prefecture by Waste Material(2)

藤岡博文

Hirofumi FUJIOKA

要 旨

香川県の三海岸で、材質別の海岸ごみを10種類に区分して調査した。それぞれのごみ個数及び重量間に、有意差があるか否かを多重比較法により検定した。最初に、材質別ごみの個数及び重量は、非等分散であったので、Kruskal-Wallis 順位検定を行い、個数及び重量の有意差を確認した。次に、Steel 検定を行った。その結果、プラスチック類とガラス・陶器類は、顕著に他の8種類のごみと個数及び重量において顕著な違いがあった。

キーワード：海岸ごみ 多重比較法 順位検定

I はじめに

平成20年度に、香川県の海域別三海岸で海岸ごみの調査を実施した。

第1報では、海岸ごみの材質10種類を放置ごみと漂着ごみに区分し、そのグループの季節変動等を検討した。

本報は、海岸ごみの材質間の違いの有無を個数および重量の点から、多重比較法で検定したので報告する。

II 方法

1 調査地点

播磨灘の海岸：東かがわ市青木海岸

備讃瀬戸の海岸：坂出市大屋富海岸

燧灘の海岸：三豊市大浜海岸

2 調査期間

第1報と同じ。

3 調査方法

(1) 材質別の海岸ごみ

海岸ごみの材質別調査品目は JEAN/クリーンアップ全国事務局が使用している材質別アイテムを参考にした(表1を参照)。

(2) 海岸の調査範囲

第1報¹⁾と同じ。

4 統計処理(材質別ごみ個数・ごみ重量)

材質別ごみ(群)が10グループなので、そのグループ間に差異があるかどうかを検定する手法として多重比較法を用いて解析した。その決定樹を図1に示す^{2) 3)}。

(1) 材質別ごみ個数群・ごみ重量群の等分散性

多重比較法を用いる場合、使用する群データの等分散の確認が必要であるので、Bartlett 検定^{3) 4)}を用いて

解析した。

(2) 順位検定

群データが非等分散の場合、Kruskal-Wallis 順位検定^{2) 4)}を用いて解析する。

(3) Steel 検定

順位検定により有意差があれば、どの群間に有意差があるのかを Steel 検定^{3) 4)}を用いて解析する。

表1 調査品目の材質

材質	材質
プラスチック類	金属
発泡スチロール	ゴム
木	紙
ガラス・陶器・土石類	布
複合素材	海外からの漂着物

III 結果

1 材質別海岸ごみ個数(単位：個/100m²)

材質別海岸ごみ個数を表2に示した。

(1) 材質別海岸ごみ個数の等分散性

各材質別海岸ごみ個数の等分散の有無は、Bartlett 検定により $\chi^2 > \chi_{0.05}^2$ となり帰無仮説が棄却され、ごみ個数の分散は等分散でなかった(表3参照)。

(2) 多重比較法による検定

材質別海岸ごみの個数が非等分散であったので、順位検定を行った。この検定は、基準ごみ群と比較ごみ群との個数を大きい順から小さい順に並べ替えて、その個数に順位をつけ、その順位をデータとして統計処理する手法である。その Kruskal-Wallis 順位検定の結果、 $p < 0.01$

となり有意であった(表4参照)。つまり、10種類のごみ個数の間に違いがあることになる。

(3)Steel 検定

次に、どの材質別ごみの個数間に有意差があるか否かをSteel 検定で確認した。ごみ個数に違いが見られたのは、次のとおりであった。

プラスチック類は、ガラス・陶器類以外の8材質ごみとの個数間で $p < 0.01$ となり有意であった(表5参照)。なお、他の材質別ごみ個数間の有意性を検定したSteel 検定の詳細な結果は省略したが、その結果の一覧を表6に示した。

ごみの種類で個数間に有意差があったごみは、金属とプラスチック類、ガラス・陶器類、布、複合素材、海外漂着物の6種類と、発泡スチロールは、プラスチック類、ガラス・陶器類、布、複合素材、海外漂着物の5種類と、ゴム、木と紙は、プラスチック類、ガラス・陶器類、海外漂着物の3種類と、ガラス・陶器類は、プラスチック類以外の8種類と、布と複合素材は、プラスチック類、金属、発泡スチロール、ガラス・陶器類の4種類と、海外漂着物は、布、複合素材以外の7種類との間で違いがあった。

2 材質別海岸ごみ重量 (単位: g/100m²)

材質別海岸ごみ重量を表7に示した。

(1)材質別ごみ重量の等分散性

各材質別ごみ重量の等分散の有無は、Bartlett 検定に

より $\chi^2 > \chi_{0.05}^2$ となり帰無仮説が棄却され、ごみ重量の分散は等分散で無かった(表8参照)。

(2)多重比較法による検定

材質別ごみの重量が非等分散であったので、順位検定を行った。Kruskal-Wallis 順位検定の結果、 $p < 0.01$ となり有意であった(表9参照)。ごみ個数と同様に10種類のごみ重量間に違いがあることになる。

(3)Steel 検定

どの材質別ごみの重量間に有意差があるか否かをSteel 検定で確認した。ごみ重量に違いが見られたのは、次のとおりであった(表10, 表11参照)。

プラスチック類、ゴム、木、紙、ガラス・陶器類は、ごみ個数と同じ傾向を示し、ごみの重量間に $p < 0.05$ となり有意差が見られた(例:群数9, 自由度 ∞ , 統計のDunnettの数表より求めた危険率0.05の統計量 $d(9, \infty, 0.2; 0.05) = 2.652$ とプラスチック類と木間の検定統計量 $= 2.7798$ を比較して検定統計量が大きいので5%で有意といえる)。金属、布と発泡スチロールは、プラスチック類、ガラス・陶器、海外漂着物との3種類と、複合素材は、プラスチック類、ガラス・陶器類と、海外漂着物は、複合素材以外の素材の8種類のごみと違いがあった。

3群間以上の場合で群間に差異がないかどうかを検討したい場合
(対応しないデータで、独立しており、因子が1つの場合)

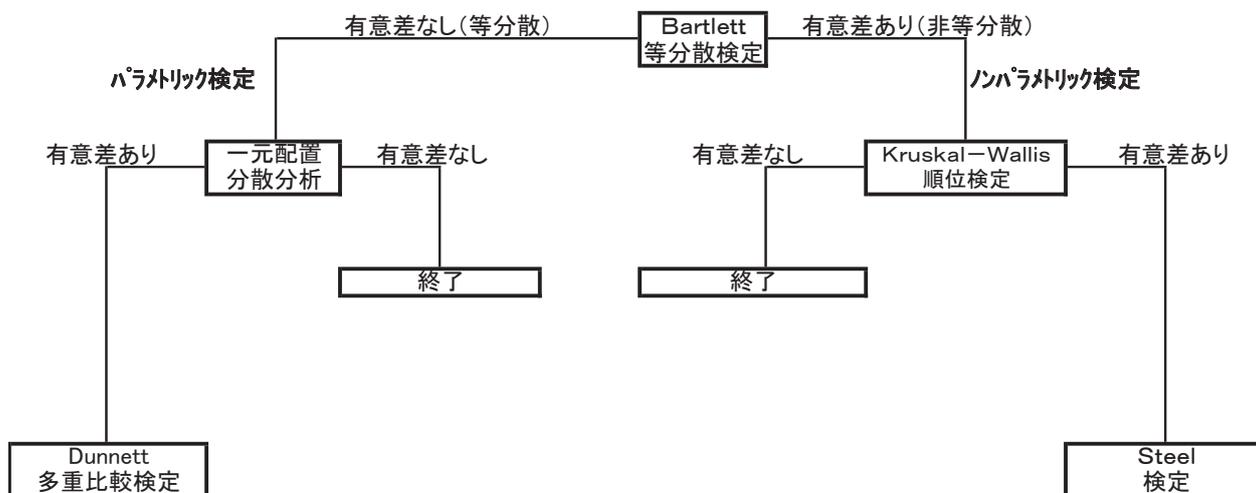


図1 多重比較検定の決定樹

表2 材質別海岸ごみの個数

	プラスチック類	金属	発泡スチロール	ゴム	木	紙	ガラス・陶器類	布	複合素材	海外漂着物
青木海岸一春	57	8	1	4	18	0	36	1	1	0
青木海岸一夏	54	6	44	2	0	0	8	1	1	0
青木海岸一秋	9	5	1	1	0	1	52	0	0	0
青木海岸一冬	43	7	3	2	4	0	3	1	1	0
大屋富海岸一春	43	2	20	1	4	4	67	0	0	2
大屋富海岸一夏	57	2	39	2	0	6	23	2	2	0
大屋富海岸一秋	63	4	15	0	3	1	47	0	0	0
大屋富海岸一冬	14	1	2	0	2	2	67	0	0	0
大浜海岸一春	11	4	5	0	5	1	133	1	0	0
大浜海岸一夏	85	1	11	0	0	0	26	1	4	0
大浜海岸一秋	117	2	0	1	3	3	40	0	0	0
大浜海岸一冬	58	1	0	17	1	0	32	0	0	0

単位:個/100m²

表3 Bartlett 検定結果 (個数)

等分散性の検定			
パートレット検定			
目的変数	カイ二乗値	自由度	P 値
変数Y	294.5268	9	0.0000

表4 Kruskal-Wallis 順位検定の結果 (個数)

水 準	プラスチック類	金属	発泡スチロール	ゴム	木	紙	ガラス・陶器類
n	12	12	12	12	12	12	12
平均順位	107.96	71.42	72.00	50.17	57.17	46.29	103.96

布	複合素材	海外漂着物
12	12	12
36.08	36.17	23.79

クラスカル・ウォリス検定 **:1%有意 *:5%有意

カイ二乗値	自由度	P 値	判 定
74.8920	9	0.0000	**

表5 Steel 検定の結果 (個数)

多重比較:Steel				**:1%有意 *:5%有意	
対立仮説	水準1	水準2	統計量	P 値	判 定
対照群≠	プラスチック類	金属	4.1669	0.0003	**
	プラスチック類	発泡スチロール	3.2656	0.0086	**
	プラスチック類	ゴム	4.0012	0.0005	**
	プラスチック類	木	3.9959	0.0005	**
	プラスチック類	紙	4.1806	0.0003	**
	プラスチック類	ガラス・陶器類	0.8666	0.9579	
	プラスチック類	布	4.2094	0.0002	**
	プラスチック類	複合素材	4.2141	0.0002	**
	プラスチック類	海外漂着物	4.3733	0.0001	**

表6 Steel 検定結果一覧 (個数)

	プラスチック類	金属	発泡スチロール	ゴム	木	紙	ガラス・陶器類	布	複合素材	海外漂着物
プラスチック類										
金属	◎									
発泡スチロール	◎	—								
ゴム	◎	—	—							
木	◎	—	—	—						
紙	◎	—	—	—	—					
ガラス・陶器類	—	◎	○	◎	◎	◎				
布	◎	◎	○	—	—	—	◎			
複合素材	◎	◎	○	—	—	—	◎	—		
海外漂着物	◎	◎	◎	○	○	○	◎	—	—	

備考) ◎: 有意差1%で海岸ごみの材質間に個数に差がある
 ○: 有意差5%で海岸ごみの材質間に個数に差がある
 —: 海岸ごみの材質間に有意な差がない

表7 材質別海岸ごみの重量

	プラスチック類	金属	発泡スチロール	ゴム	木	紙	ガラス・陶器類	布	複合素材	海外漂着物
青木海岸一春	462	211	1	29	831	0	712	40	230	0
青木海岸一夏	618	153	357	14	0	0	1018	82	38	0
青木海岸一秋	132	130	1	2	0	85	1333	0	1	0
青木海岸一冬	235	222	47	121	1206	0	327	120	20	0
大屋富海岸一春	519	36	87	1	20	34	584	0	0	53
大屋富海岸一夏	930	98	44	10	0	78	213	72	149	0
大屋富海岸一秋	902	1	25	0	30	1	2792	0	0	0
大屋富海岸一冬	89	16	7	0	2	100	2092	0	0	0
大浜海岸一春	1162	15	1	0	12	12	2211	23	0	0
大浜海岸一夏	1503	38	4	0	0	0	1466	300	632	0
大浜海岸一秋	632	6	0	28	255	5	3774	0	0	0
大浜海岸一冬	145	1	0	33	49	0	550	0	0	0

単位: g/100m²

表8 Bartlett 検定結果 (重量)

バートレット検定		
カイニ乗値	自由度	P 値
262.0405	9	0.0000

表9 Kruskal-Wallis 順位検定の結果 (重量)

クラスカル・ウォリス検定(Kruskal Wallis test)

水準	プラスチック類	金属	発泡スチロール	ゴム	木	紙	ガラス・陶器類	布
n	12	12	12	12	12	12	12	12
平均順位	99.50	71.58	54.04	45.92	57.71	45.63	110.17	48.42

複合素材	海外漂着物
12	12
48.00	24.04

クラスカル・ウォリス検定 **:1%有意 * :5%有意

カイニ乗値	自由度	P 値	判定
63.7858	9	0.0000	**

表10 Steel 検定結果 (重量)

多重比較: Steel	**:1%有意 * :5%有意				
対立仮説	水準1	水準2	統計量	P 値	判定
対照群 ≠	プラスチック類	金属	3.2966	0.0077	**
	プラスチック類	発泡スチロール	3.9337	0.0007	**
	プラスチック類	ゴム	4.0538	0.0004	**
	プラスチック類	木	2.7798	0.0386	*
	プラスチック類	紙	4.0627	0.0004	**
	プラスチック類	ガラス・陶器類	2.3692	0.1121	
	プラスチック類	布	3.8432	0.0010	**
	プラスチック類	複合素材	3.3774	0.0058	**
	プラスチック類	海外漂着物	4.3754	0.0001	**

表11 Steel 検定結果一覧 (重量)

	プラスチック類	金属	発泡スチロール	ゴム	木	紙	ガラス・陶器類	布	複合素材	海外漂着物
プラスチック類										
金属	◎									
発泡スチロール	◎	—								
ゴム	◎	—	—							
木	○	—	—	—						
紙	◎	—	—	—	—					
ガラス・陶器類	—	◎	◎	◎	◎	◎				
布	◎	—	—	—	—	—	◎			
複合素材	◎	—	—	—	—	—	◎	—		
海外漂着物	◎	◎	◎	○	○	○	◎	○	—	

備考) ◎ : 有意差 1% で海岸ごみの材質間に個数に差がある
 ○ : 有意差 5% で海岸ごみの材質間に個数に差がある
 — : 海岸ごみの材質間に有意な差がない

IV 考察

香川県の三海岸のごみについて、100m²あたりの材質別ごみの個数および重量について、どのような差異があるのかを多重比較法により検討した。

材質別のごみ個数は、非等分散であった。そこで、順位検定により材質別のごみ個数を順位に変換して検定した。その結果、有意な差があることが認められたので、次に、どの材質のごみ個数に有意な差があるのかを Steel 検定で確認した。

プラスチック類、ガラス・陶器類の個数は、8種類のごみ個数と有意な差が見られ、特徴的なごみの散乱となっていた。また、海外漂着ごみ個数は7種類のごみ個数と有意差があったが、出現数が2個であり、この結果は参考程度のものでしかない。なお、順位検定自体が検出力が小さいことも留意する必要がある²⁾。

次に、材質別のごみ重量は、非等分散であった。そこ

で、順位検定により、材質別のごみ重量を検定した。その結果、有意な差であったので、どの材質ごみ重量に有意な差があるのかを Steel 検定で確認した。プラスチック類、ガラス・陶器類、海外漂着物の重量は、9種類のごみ重量と有意な差があり特徴的であった。次に、海外漂着ごみ重量も、8種類のごみ重量と有意差があったが、海外漂着ごみ重量は、ごみ個数と同じで、出現数が2回であり参考程度と判断した。

これらのことから、プラスチック類、ガラス・陶器類は、他の種類のごみ個数並びにごみ重量と異なるごみ散乱状況であったことがわかる。

V まとめ

平成20年度に、香川県の三海岸のごみについて、渚線を中央に挟んだ10m×10mの範囲で季節別に調査した。海岸ごみは、10種類の材質別ごみに区分した。各材質別ごみ個数、ごみ重量の関係を多重比較法により

解析した。その結果、

- 1 材質別ごみ個数・ごみ重量のデータは、非等分散であった。
- 2 多重比較の結果、プラスチック類、ガラス・陶器類は、ごみ個数・ごみ重量において他の種類のごみとの違いが顕著であることがわかった。

文献

- 1) 藤岡博文, ごみの分類からみた海岸ごみの検討(1), 香川県環境保健研究センター所報, 8, (2009)
- 2) 小林克己, 杉山豊, 北島省吾: 96 実験動物を用いた毒性試験に使用する統計解析法, (財) 食品農医薬品安全性評価センター
- 3) 清水信博: もう悩まない! 論文が書ける統計, オーエムエス出版
- 4) エクセル統計 2007, (株)社会情報サービス