

埋立廃棄物の窒素系化合物の挙動に関する研究

福岡大学工学部 学生員○平島 昌雄 正 員 立藤 綾子
 正 員 島岡 隆行 正 員 松藤 康司
 正 員 花嶋 正孝

1. はじめに

近年、地球環境問題が顕在化しており、その中でも気象変動を起こす地球温暖化は現在最も大きな問題の一つとなっている。昨年12月に開催されたCOP3では、温暖化ガスの削減が数値目標をもって議決され、これまで削減目標の中心であったCO₂及びCH₄に加えて、温室効果の大きなN₂O及びCFCIの削減も重要な課題となっている。これまで廃棄物埋立地におけるCO₂及びCH₄の発生量の推計はなされている。しかし、亜酸化窒素(N₂O)に関する知見は少なく、定量化するための基礎データは必ずしも十分ではない。そこで本研究では、一般廃棄物と産業廃棄物埋立地からのN₂Oの発生量について推計を行った。なお、産業廃棄物については含有有機物量が多い下水汚泥について検討した。

2. 推計フロー

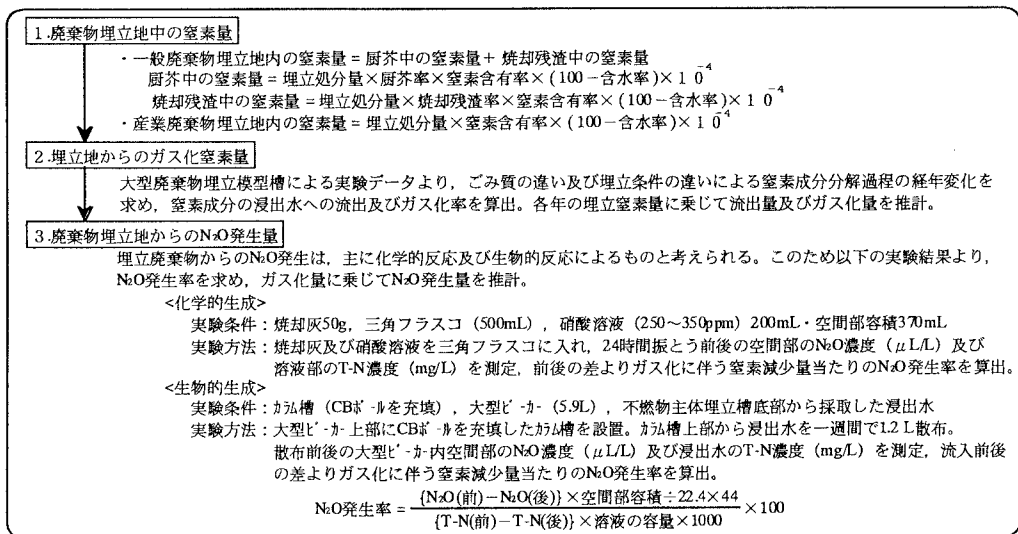


図-1 推計フロー

3. 廃棄物埋立地の窒素含有量の推計

表-1、2に我国の1984年～1993年の10年間ににおける一般廃棄物と下水汚泥の埋立処分量³⁾から求めた窒素含有量の推定値を示す。埋立処分量は産業廃棄物が一般廃棄物の1/10以下であるのに対し、埋立廃棄物に含まれる窒素量は、一般廃棄物で5～7(千t/年)、産業廃棄物で36～54と、産業廃棄物が一般廃棄物の10倍以上と多くなっている。これは、一般廃棄物埋立は焼却残渣等の不燃物主体であるため、窒素含有率が0.05%程度と低いのに対し、下水汚泥は約5%と高いためである。

表-1 一般廃棄物埋立地中の窒素量の経年変化(千t・乾/年)

年次	埋立処分量 ²⁾	厨芥率 ¹⁾ (%)	厨芥量	厨芥中の窒素量 ⁵⁾	焼却残渣率 ^{3,4)} (%)	焼却残渣量	残渣中の窒素量 ⁶⁾	総窒素量
1984	16197	0.9	146	2.1	27.9	4512	3.1	5.2
85	16049	0.9	144	2.0	29.0	4659	3.2	5.3
86	16020	0.9	144	2.0	31.4	5038	3.5	5.5
87	16441	1	164	2.3	31.9	5239	3.7	6.0
88	16897	1	169	2.4	32.8	5536	3.9	6.2
89	17008	1	170	2.4	34.4	5850	4.1	6.5
90	16809	1	168	2.4	35.6	5991	4.2	6.6
91	16379	1	164	2.3	37.0	6055	4.2	6.5
92	15296	1	153	2.2	39.4	6025	4.2	6.4
93	14959	1	150	2.1	40.2	6013	4.2	6.3

*内は(千t・湿/年) 厨芥の窒素含有率: 3.53(%) 焼却残渣中の窒素含有率: 0.09(%)

表-2 産業廃棄物埋立地中の窒素量の経年変化(千t・乾/年)

年次	総埋立処分量	窒素量	陸上埋立	水面埋立
1984	1288	54	35	19
85	1228	52	37	15
86	1064	45	32	13
87	1025	43	31	12
88	912	38	32	6
89	867	36	32	5
90	1002	42	34	9
91	926	39	32	7
92	862	36	30	6
93	1099	46	32	14

4. 埋立地からのガス化窒素量の推計

埋立廃棄物の分解過程は、埋め立てられる条件（陸上と水面）によって異なることが明らかになっている。本研究では、埋立廃棄物の分解過程の違いを反映させ精度を高めるために、陸上埋立を準好気性埋立構造に、水面埋立を嫌気性埋立構造に区分し⁵⁾、埋立地からの窒素化合物の浸出水への流出量、ガス化量及び残存量を年度別に求めた（表-3）。また、図-2に窒素成分の埋立方法別累加流出量及びガス化量を示す。一般廃棄物では10年間で放出される窒素量は14.7（千t）であり、そのうち約90%がガス化により放出されている。一方、一般廃棄物より窒素成分の含有率が高い下水汚泥では303（千t）であり、そのうちガス化は40%以下と一般廃棄物に比べて、ガス化の割合は低い傾向にある。また、一般及び産業廃棄物埋立地においても、陸上埋立（準好気性埋立）は水面埋立に比べてガス化の割合は高い。

5. 廃棄物埋立地からのN₂O発生量の推計

埋立地からのN₂O排出状況を正確に把握することは現段階では困難である。このため、発生する窒素ガス中のN₂Oの比率（ガス化に伴う窒素減少量当たりのN₂O発生量）を求め、4節で求めたガス化量に乘じN₂O発生量を推計した。N₂O発生率は、図-1推計フローに示す実験の結果より、一般廃棄物では14.46%、下水汚泥では14.20%と求められた。なお、N₂Oの発生は、不燃物の多い一般廃棄物は生物及び化学反応によって、有機物の多い産業廃棄物は生物反応のみによって行われるものと仮定した。

上記のN₂O発生率を用いて算出した一般廃棄物及び産業廃棄物（下水汚泥）の埋立地からのN₂O発生量を表-4に示す。本推計の結果では、1984～1993年（昭和59年～平成5年）までの10年間で廃棄物埋立地からのN₂O発生量は14,310（t・N₂O/10y）となり、その内訳は一般廃棄物から1,918、下水汚泥からは12,392（t・N₂O/10y）となった。また、1994年から10年間（2003年まで）のN₂O発生量を、1993年度の処分量が1994年以降も持続されると仮定して推計すると、年間1,613～1,618（t・N₂O/y）（平均で一般廃棄物240、下水汚泥1,380）となった。この値は、「亜酸化窒素（N₂O）の低減対策に関する調査（1997年3月）」⁷⁾で報告されている、埋立地からのN₂O発生量1（t・N₂O/y）の約1,600倍であった。

6. 埋立地から発生する温室効果ガスへのN₂O寄与率と今後の課題

平成5年度の一般廃棄物埋立からのCO₂、CH₄の発生量（m³）と、今回試算した埋立地からのN₂Oの発生量は表-5のようになり、埋立地から発生する温室効果ガスへのN₂Oの寄与率は0.7%（熱吸収相対値で換算）と小さかった。しかし、今回の推計では、N₂Oの発生源を埋立地表面に限定して推計を行っているため、埋立地から発生する浸出水の処理過程で発生するものや、下水汚泥以外の産業廃棄物埋立地からの発生量に関しては含まれていないことから、実際に廃棄物埋立処分から発生するN₂O量は本試算より高くなるものと考えられる。今後、廃棄物埋立地におけるN₂Oの推計方法の確立とN₂O発生抑制技術の開発が課題といえよう。

<参考文献>

- 1) 染谷孝；福岡市東部埋立地の全埋立ごみ組成の推定（1990）
- 2) 厚生省水道環境部；廃棄物関係統計総合資料集—都市と廃棄物（1995）
- 3) 厚生省水道環境部；日本の廃棄物'96（1996）
- 4) 社団法人全国都市清掃会議；廃棄物処理事業実態調査統計資料（一般廃棄物）（1994）
- 5) 福岡大学卒業論文「埋立構造の実験的研究」（1996）
- 6) 福岡大学卒業論文「14,15,19,20,22号」（1988～1992）
- 7) (財)地球環境産業技術研究機構；亜酸化窒素（N₂O）の低減対策に関する調査（1996）,P90

表-3 一般及び産業廃棄物埋立地における窒素成分の累加流出量、ガス化量（千t・乾/年）

年度	一般廃棄物埋立地			産業廃棄物埋立地		
	窒素成分			窒素成分		
	流出量	ガス化量	残存量	流出量	ガス化量	残存量
1984	0.1	0.8	3.3	15	5	34
85	0.2	1.8	6.5	39	14	52
86	0.3	2.9	9.9	64	23	64
87	0.4	4.1	13.4	87	31	75
88	0.6	5.4	17.1	110	40	82
89	0.7	6.9	20.8	130	49	89
90	0.9	8.4	24.6	151	59	100
91	1.1	10.0	28.3	172	68	108
92	1.2	11.6	32.0	193	78	114
93	1.4	13.3	35.6	216	87	128

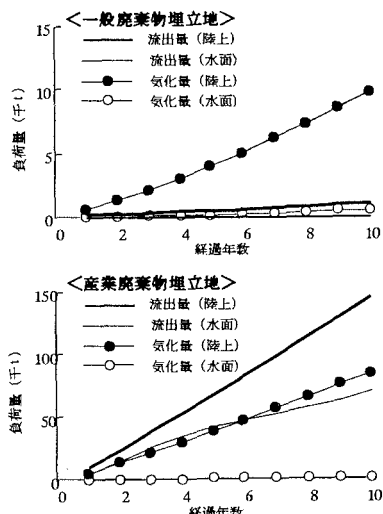


図-2 累加ガス化量及び溶出量

表-4 N₂Oガス発生量の経年変化（単位：t）

年次	一般廃棄物		産業廃棄物		合計
	陸上	水面	陸上	水面	
1984	117	3	740	25	887
85	136	5	1198	44	1382
86	149	6	1181	45	1381
87	165	8	1184	41	1398
88	183	10	1243	31	1467
89	199	11	1271	21	1502
90	209	12	1327	22	1520
91	220	14	1328	24	1586
92	220	14	1292	23	1549
93	223	15	1319	32	1589
計	1821	97	12084	308	14310
1994～2003	224～225	15	1329～1332	42～47	1613～1618

*推計値には1983年以前の埋立分は加味されていない

表-5 埋立地からの温暖化ガス発生量の比較（1993年）

	熱吸収相対値	発生量	CO ₂ 換算量	温室効果への寄与率(%)
CO ₂	1	280	280	1.5
CH ₄	30	600	18000	97.8
N ₂ O	150	0.8	121	0.7
合計	—	881	18401	100

*（単位：発生量、CO₂換算量：Mm³/年）