

下水処理水の長期土壌還元(1)

広島大学工学部 学生員 ○山城 徹也

広島大学工学部 正員 今岡 務

広島大学工学部 正員 寺西 靖治

1. はじめに 諸外国では、下水の高度処理と地下水の涵養を目的に2次処理水の土壌還元が図られている例が多く見られる。わが国の場合も下水道の敷設にともなう河川流量の低下が懸念されており、また富栄養化の防止のため下水中の窒素・リン除去の必要性が指摘されている関係から、土壌処理が注目されているが、わが国のような狭小な国土において本法を適用する場合には、周辺環境への影響を考慮した適正でかつ効率的な運転方法の確立が求められる。本研究は、10年間にわたって実際の山林に下水処理水の散布を行った結果をまとめたものであり、本報では主として地下水への影響について報告する。

2. 実験方法 実験施設は、現広島大学西条キャンパス北東部の山地斜面を切開き、昭和53年に設置されたものであり、浸透方式とオーバーランド方式の2種の散布地が設けられたが、主として浸透方式による2次処理水の散布を行い、下流側の観測用の井戸を用いた地下水調査等によりその影響の評価および浄化効果の調査を実施している。図-1が、本施設の概略を示したものである。散布地は5段のトレンチからなり、処理水の散布は受水槽(20m³)および分配槽(10m³)に貯水した後、トレンチ上に設けた塩化ビニールパイプ製の散布管より滴下する方法によった。散布水としては、近隣のA污水处理場(長時間ばっ気法)の最終沈殿池の越流水を取水、送水し、原水として用いたが、本処理水がBODあるいは窒素等に関して比較的清浄であったため、

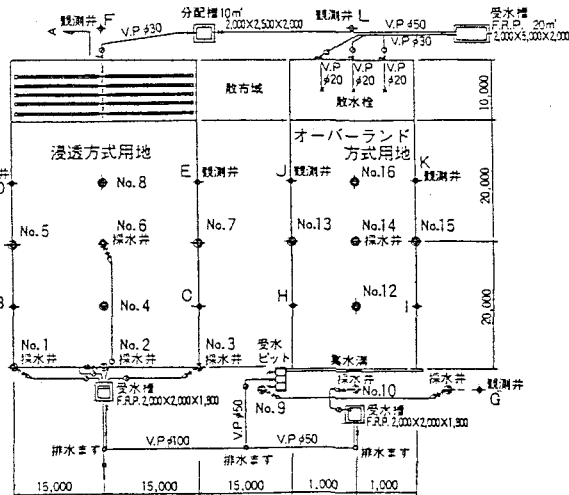


図-1 実験施設の概略図

表-1 各年度の散布条件

1981~1986年度(84年度を除く)にかけては、堆肥あるいはCSL(Corn Steeve Liquor)・NH₄Clにより水質負荷を施した後、散布に供した。また、1981~1983年度においては地下水流量の算定を目的としたトレーサー調査のため、食塩の添加も行った。表-1に、

年度	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	合計
散布期間 (日数)	9/2~ 12/30 (120)	9/25~ 11/10 (47)	9/10~ 12/20 (102)	7/10~ 1/2 (177)	6/19~ 11/27 (183)		4/30~ 12/16 (231)	6/23~ 12/14 (175)	6/11~ 12/16 (189)	
散布間隔	1~3日毎	毎日	3日毎			敷 布 休 止	1週間に2回			
水質負荷	無添加		堆肥 ¹⁾ 食塩 ²⁾	CSL ³⁾ NH ₄ Cl ⁴⁾ 食塩 ⁵⁾	CSL NH ₄ Cl ⁶⁾		CSL・NH ₄ Cl ⁶⁾		無添加	
散布水量(m ³)	721.58	522.77	780.66	1207.63	1432.13		2171.84	1187.59	1126.10	9150.30
散布回数	43	47	33	52	59		65	45	52	
散布負荷							62.65	45.24	1.92	209.15
BOD(kg)	1.95	0.58	6.54	35.73	54.55		31.87	15.75	5.42	117.98
COD(kg)	3.25	2.61	8.49	23.78	26.81		38.11	16.95	6.16	113.24
T-N(kg)	3.86	4.91	1.58	22.10	19.56		4.35	2.98	0.51	16.94
T-P(kg)	1.13	0.86	0.80	3.31	3.01		111.74	63.14	40.76	703.26
C1 ⁻ (kg)	22.66	20.87	73.60	298.73	71.76					

散布面積: 300 m²

1) 6 kg/回(9/10~10/22), 12 kg/回(10/25~12/20). 2) 1.8 kg/回(9/10~11/5), 3.6 kg/回(11/9~12/8).

3) 3 kg/回(他年度も同じ). 4) 480 g/回. 5) 3.6 kg/回(7/10~10/26), 10.8 kg/回(10/29~12/21). 6) 540 g/回.

散布期間および散布負荷等をまとめた。調査は、図-1に示す下流側の山林内に設けられた採水井(No.1~8,10,13)の水位・水質調査を中心に実施し、とくに1982年7月以降は3~14日間毎に調査を継続して行

っている。水質調査は、採水井No.2, No.6を重点観測地点としてBOD, COD, NおよびPなど13項目の調査を行い、その他の井水に関しては Cl^- および NO_3-N の経時変化の観測を主な調査対象とした。

3. 実験結果 表-1に示したように、本実験地ではこの10年間で総計 $9,150\text{m}^3(30,500\text{mm})$ の2次処理水が散布されている。これは、この間の実降水量 $10,467\text{mm}$ の約2.9倍に相当する。1983年以前は観測データは少ないので傾向が明確でないが、図-2に示すように地下水位については冬季における低水位期と梅雨期における水位上昇という周期性が認められる一方、散布を休止した1984年度の変動傾向と比較して散布実施年度においては、相対的に高い水位が維持されていることが確認され、散布の影響が表れていると言える。散布水とした2次処理水は、それ自体 40mg/l 前後の Cl^- を含むが、1981~1982年度には食塩の添加によりさらに濃度を高めたため、82年10月29日から83年1月2日にかけて用いた散布水の平均濃度は 311mg/l となっている。この食塩添加期の散布水の影響は、図-3に示す観測井戸の Cl^- 濃度の経時変化に顕著に表れ、No.6, 7では最高 65mg/l 前後の濃度が測定された。それに対し、No.5の井水に関しては濃度の上昇が全く見られず、全期間を通した平均濃度は 3.6mg/l と本施設で2次処理水の散布を開始する以前の濃度とほとんど変わらないものであった。また、図示しなかったが、No.13の井水の平均 Cl^- 濃度(87/6/11~89/1/19)もNo.5の値とほぼ等しい 3.9mg/l であった。同様な濃度上昇は、図-4の NO_3-N についても認められ、No.5における全期間の平均濃度が 0.25mg/l であったのに対し、No.6, 7では $1\sim 4\text{mg/l}$ 程度の濃度範囲での変動が見られている。これらより、散布水は地表勾配とは異なり、位置的にはNo.6の井戸からNo.7の井戸にかけての範囲の地下水帯に混入し、流下していると結論される。さらに、 NO_3-N の場合散布停止後1年以上を経過した89年1月の時点でも流出の継続が認められ、土壌処理における窒素の除去効果を評価するにあたっては、短期間の観測では困難であること、またそのためには如何にして未流出分を見積もるかが大きな課題となることが明らかとなった。なお、No.2, 6で調査を行っているBOD・CODおよびPについては、現在まで濃度の上昇は認められていない。

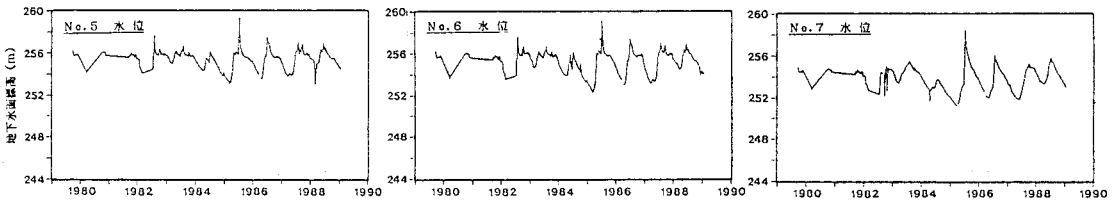


図-2 地下水位の経時変化

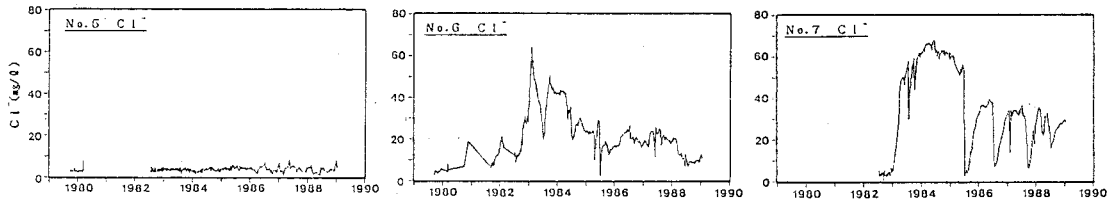


図-2 地下水中の塩素イオン濃度の経時変化

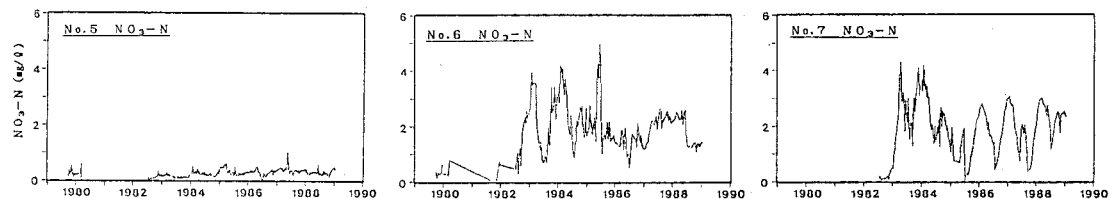


図-3 地下水中の硝酸性窒素濃度の経時変化