

# 雨水地下浸透の評価に関する研究 (その1)

## —地下浸透に伴う汚染物質の挙動—

鳴津 暉之 和波 一夫

### 要 旨

雨水排水の地下浸透を開始した三鷹市新川団地に浸透水等の自動採水装置を設置して、地下浸透の過程における各種汚染物質の挙動について調査を行った。その結果、次のことが明らかになった。

- (1) 層厚1.4 mの関東ローム層は生物易分解性有機物質と難分解性有機物質に対して高い除去能を有しており、ローム層の下部まで浸透する有機物質はわずかであった。
- (2) ローム層は有機物質だけでなく、りん等に対しても高い除去能を持っているが、窒素に関しては、窒素の形態を硝酸態に変えるだけで、除去能が低かった。しかし、雨水排水に含まれる窒素濃度は環境基準に比べて低い値であるので、硝酸性窒素および亜硝酸性窒素による地下水汚染を引き起こすことはないと考えられる。
- (3) 有機化学物質については雨水排水中の濃度が微量かまたは不検出であるため、地下浸透の過程における挙動を知ることができなかったが、もともと濃度が低いので、地下浸透による汚染の可能性は小さい。

キーワード: 雨水排水、地下浸透、ローム層、有機物質、硝酸

### 1 はじめに

東京都都市部の年降水量は平均で約1400mmである。都市部の面積を1100km<sup>2</sup>とすれば、その全降水量を一日平均で示すと、420万m<sup>3</sup>/日になる。これは、東京都全体の水道一日平均配水量476万m<sup>3</sup>/日(平成10年度)に匹敵する水量である。この降水量のうち、約3割は草木や地面から蒸発散して大気中に戻り、約2割は地下に浸透し、残りが川や海に流出している。東京都を水循環都市に変えていくためには、川や海に流出している大量の雨水を極力、地下に浸透させ、地下水の利用促進を図ることが必要である。雨水の地下浸透は地下水という都市の自己水源を増強する基本的な対策になるだけでなく、湧水復活や洪水流量軽減の手段としても重要である。

ただし、1994~96年度に種々の雨水排水の水質の経時変化を調査したところ<sup>1),2)</sup>、初期流出時には水質濃度が大きく上昇することが多く、雨水排水の地下浸透の

推進に当たっては、それによって地下水汚染を引き起こすことがないかどうかを十分に調査し、汚染防止対策を検討する必要がある。今回、このような観点から、雨水排水の地下浸透を開始した住宅団地に地下浸透水を自動的に採取する装置を設置して、地下浸透における汚染物質の挙動について調査を行った。この調査により、いくつかの知見が得られたので、その結果を報告する。

### 2 調査方法

#### (1) 調査対象

図1のとおり、三鷹市の都市基盤整備公団・新川団地に浸透水等の自動採水装置を1999年3月に設置した。新川団地は、低層住宅から高層住宅への建て替え工事が順次行われており、その際に、車道部分を除いて、団地内の雨水排水を地下浸透させる施設が設置されてきている。今回、浸透水等の自動採水装置を設置した

のは、団地内公園の園路排水の浸透ますである。雨水排水の集水面積は約100m<sup>2</sup>、浸透ますの面積は約1m<sup>2</sup>である。

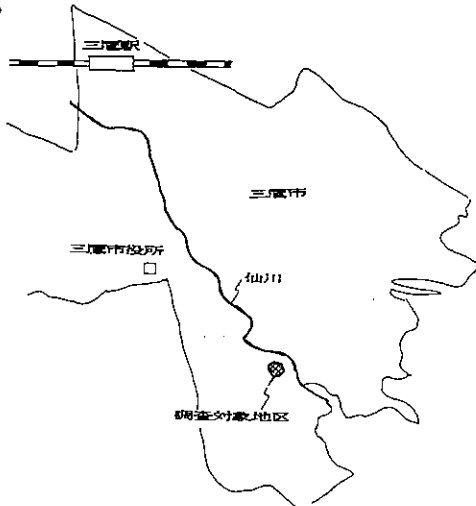


図1 調査対象地区

(2) 調査方法

園路排水地下浸透ますの側に、図2に示す計測用ますと地下ピットを設けて水位測定装置と自動採水装置を

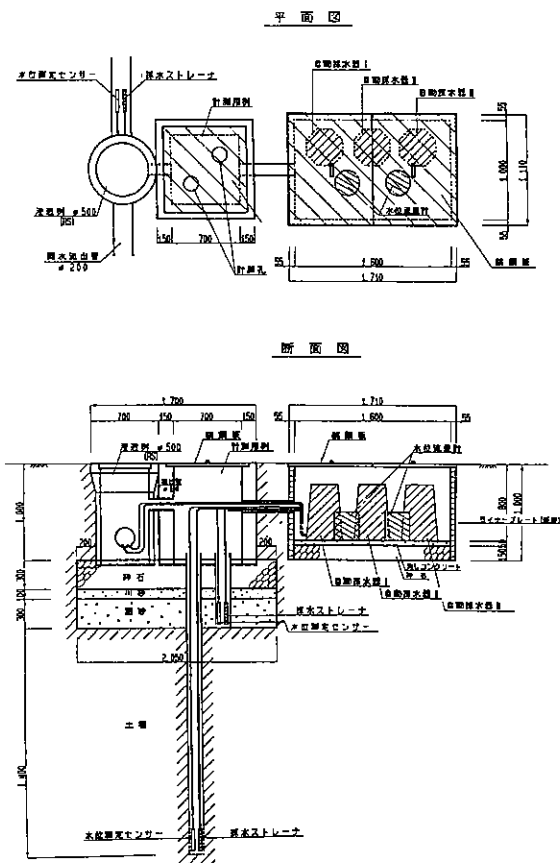


図2 浸透水等の計測採水装置

設置した。採水の対象は雨水排水（浸透ます流入水）、浸透ます通過水（碎石層・砂層の通過水）、関東ローム層通過水である。層厚は碎石層30cm、砂層40cm、関東ローム層140cmである。自動採水器の採水ホース先端のストレーナーをそれぞれ、雨水排水流入管、浸透ます通過水の採水井、関東ローム通過水の採水井に取り付けた。更に、水位連続測定装置のセンサーを流入管と、ローム層通過水および浸透ます通過水の採水井に取り付けた。自動採水器と水位測定装置の本体は地下ピットに設置した。

水位測定装置は一定の時間間隔（流入管は15分、採水井は1時間）で水位を連続的に計測し、設定水位を超えれば、自動採水器に対して採水の指示を出すようになっている。降雨の翌日、現場に行き自動採水器内の採水試料を回収するとともに、水位測定装置に記憶されている水位計測データを携帯用パソコンに転送した。

また、降水量を把握するため、三鷹市役所第二庁舎の屋上に雨量計を設置した。

(3) 調査期間

1999年7月～2000年4月、ただし、計測装置の故障のため、採水できなかった期間を含む。

(4) 分析項目

採水試料については次の水質項目を分析した。

ア. 有機物質

BOD、COD、SS、TOC（全有機態炭素）、溶解性TOC、254nm紫外外部吸光度（1cmセル）

イ. 窒素・りん

T-N、溶解性T-N、NH<sub>4</sub>-N、NO<sub>x</sub>-N、NO<sub>2</sub>-N、T-P、溶解性T-P、PO<sub>4</sub>-P

ウ. 無機イオン

Na<sup>+</sup>、K<sup>+</sup>、Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup>、Cl<sup>-</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>

その他に一部の試料については次の項目も分析した。

エ. 有機化学物質

TOX（全有機ハロゲン）

トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン、1,1,1-トリクロロエタン、クロロホルム、プロモジクロロメタン、ジプロモクロロメタン、プロモホルム、ベンゼン、トルエン等のVOC22項目

オ. 溶解性重金属

Cu、Cd、Pb、Zn、Cr、Mn

なお、分析の方法については、TOCはTOC計、

窒素・リンの各項目はオートアナライザー、無機イオンはイオンクロマトグラフ、VOCはヘッドスペースGC-MS、TOXはTOX計、重金属はICP-MSを用い、その他の項目はJIS-K0102にしたがって分析を行った。

### 3・結果

#### (1) 調査期間中の浸透ます流入水質の経時変化

調査期間中における浸透ます流入水のBOD、CODの経時変化を図3に示す。流入水の7~10月のBOD、CODは予想外に低く、BODは5mg/ℓ、CODは10mg/ℓどまりであった。調査対象の団地内園路とその周り的高層住宅は1999年3月に完成し、住宅への入居は4月から開始されたところである。周辺の間活動が始まったばかりで、その影響が少ないことと、園路排水の多くが芝生部分を通過してそのろ過作用を受けることにより、BOD等は予想外に低い値になった。

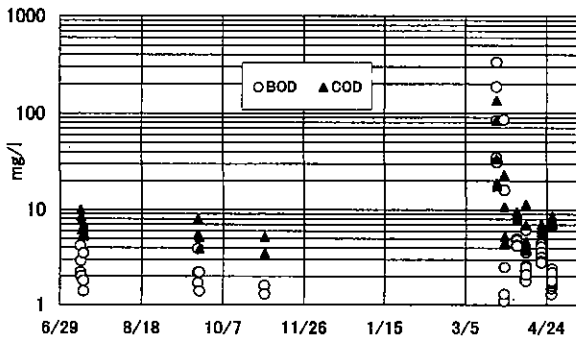


図3 浸透ます流入水の水質の経時変化

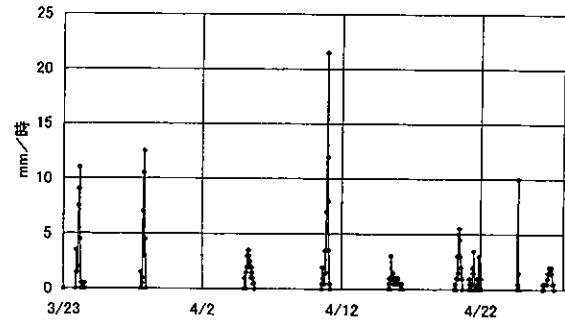
その後、11月~3月中旬の間は降水量が非常に少なく、3月下旬から頻りに降雨がみられるようになった。3月下旬の初期雨水排水はBOD、CODの最大値がそれぞれ300mg/ℓ、140mg/ℓを超え、非常に高い値になった。その後の降雨の継続とともに、BOD、CODは次第に低い値になっていった。

浸透土壌等の除去能を評価する上で、流入水の水質濃度が或る程度高い値であることが必要であるので、以下の解析では3月下旬から4月にかけての調査データを使うことにする。

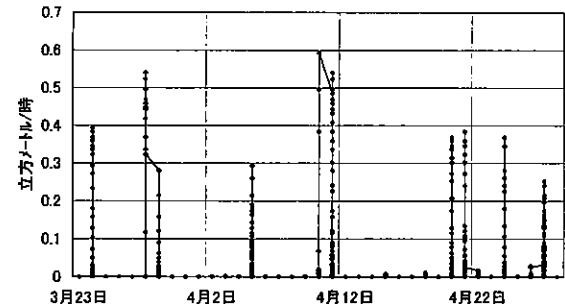
#### (2) 降水量と浸透ます流入量、採水井水位の変化

3月下旬から4月における降水量、浸透ます流入量、採水井水位の変化を図4(1)~(3)に示す。3月下旬から最大時間雨量3~10mmの降雨が度々みられるようになった。その降雨により、浸透ますには同図(2)のとおり、最大時間流量0.3~0.6m<sup>3</sup>の雨水排水が流入した。なお、

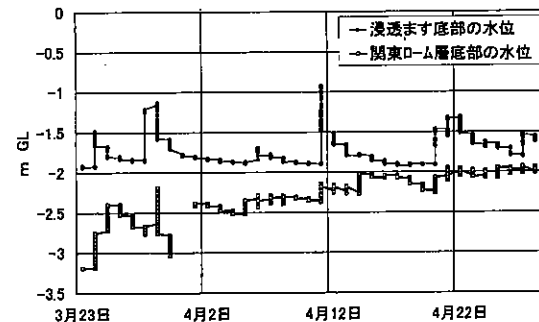
この流量はマンニングの公式を使って測定水位から推算したものである。



(1) 降雨量(三鷹市役所屋上)



(2) 浸透ます流入量



(3) 浸透ます底部と関東ローム層底部の水位

図4 降雨量、浸透ます流入量、採水井水位

そして、その雨水排水の流入で、二つの採水井の水位はそれぞれ同図(3)のとおり、変化した。浸透ます底部は地表面から1.9mのところであって、浸透ますへの雨水排水の流入があると、碎石層・砂層を通過した水が底部に一時的に貯留され、一回の降雨で水位が概ね20~70cm上昇した。

浸透ます底部に一時的に貯留された水は時間をかけて関東ローム層を通過する。関東ローム層直下はシルト質粘土層で、その通過に非常に長い時間を要するため、ローム層通過水はローム層底部に貯留され、底部の水位が上昇する。一回の降雨による水位の上昇幅は概ね10~40cmであった。ローム層底部の水位は、周辺地表

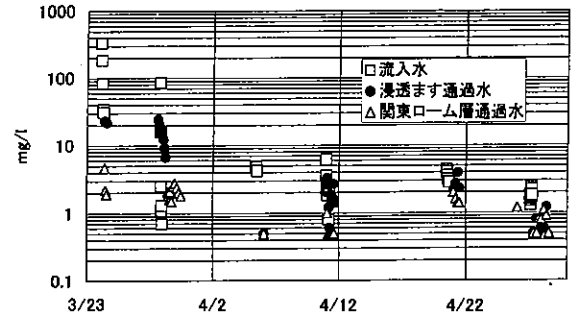
面からの雨水浸透の影響もあるため、継続的な降雨により、3月下旬から4月末にかけて約1m上昇した。

(3) 有機物質

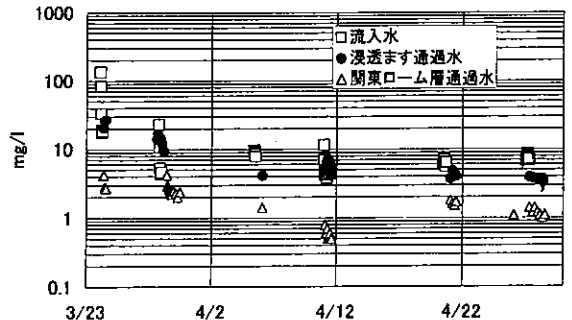
図5(1)~(3)に浸透ます流入水、通過水、関東ローム層通過水のBOD、COD、TOCの経時変化、表1にBOD等の平均値、中位数、最大値を示す。BODについては流入水が概ね1~300mg/l、浸透ます通過水が1~25mg/l、ローム層通過水が0.5~4mg/lの間を変動した。BODは碎石・砂層、関東ローム層を通過するにつれて大幅に小さくなっていった。特にローム層通過による低減は顕著であった。COD、TOCについても同様であった。

図6の流入水のTOC・溶解性TOC経時変化をみると、両者の値はほぼ同じ値を示しており、流入水の有機物質のほとんどは溶解性のものであるから、流入水のBODもCODも溶解性のものがほとんどを占めていると考えられる。この溶解性のBOD等に対して、上記のとおり、ローム層通過による大幅な低減効果がみられた。なお、1994~96年度の雨水排水の調査結果では有機物質の大半は浮遊物質によるものと推定されたが、今回の調査結果では溶解性のものがほとんどを占めた。これは雨水排水の多くが集水ますに流入する過程で芝生表面を通過するため、芝生のろ過作用が働いたからだと推測される。

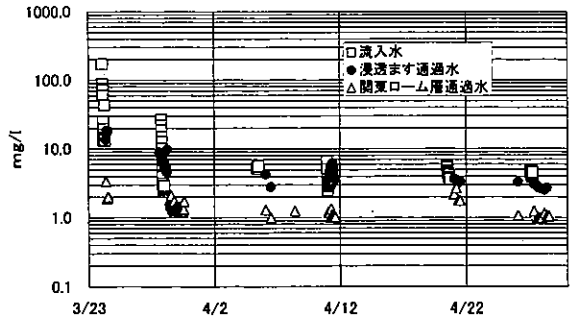
図7に、不飽和結合を有する有機物質、すなわち、難分解性有機物質の指標である254nm紫外外部吸光度の経時変化を示す。254nm吸光度についてはローム層通



(1) BODの経時変化



(2) CODの経時変化



(3) TOCの経時変化

図5 有機物質の経時変化

表1 有機物質の平均値、中位数、最大値 (3月23日~4月28日)

		BOD mg/l	COD mg/l	SS mg/l	TOC mg/l	溶解性TOC mg/l	254nm吸光度 abs
平均値	流入水	18.8	12.5	3.9	13.3	13.0	0.086
	浸透ます通過水	7.2	9.0	15.7	5.7	5.5	0.108
	関東ローム層通過水	1.4	1.7	2.1	1.3	1.3	0.014
中位数	流入水	2.4	7.2	3.6	4.5	4.0	0.080
	浸透ます通過水	2.6	6.4	14.0	5.2	4.3	0.119
	関東ローム層通過水	1.4	1.5	1.5	1.3	1.2	0.014
最大値	流入水	334.0	135.0	13.3	171.4	167.4	0.217
	浸透ます通過水	24.4	26.8	44.2	18.7	18.7	0.138
	関東ローム層通過水	4.7	4.2	7.2	3.4	3.2	0.029

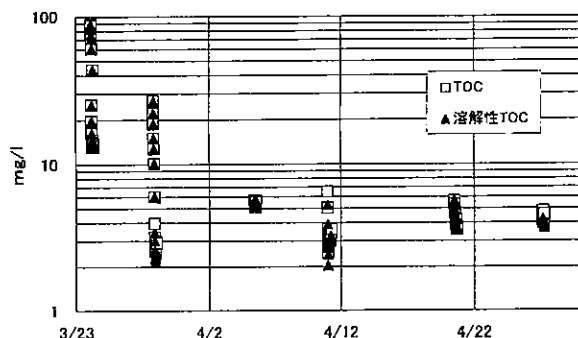
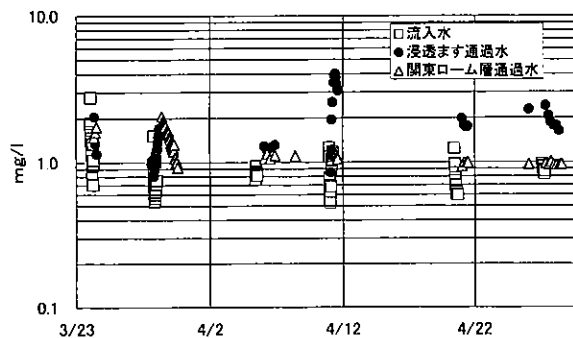


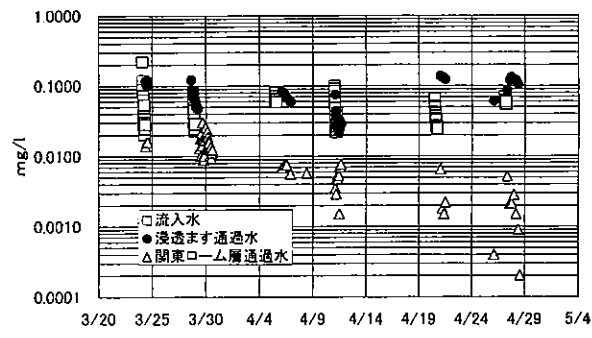
図6 浸透ます流入水のTOCと溶解性TOC



図7 254nm紫外外部吸光度の経時変化



(1) T-Nの経時変化



(2) T-Pの経時変化

図8 窒素・リンの経時変化

過水が流入水、浸透ます通過水に比べて著しく低い値を示した。その低減率はBOD、COD、TOCに比べて大きく、ローム層は難分解性有機物質に対してとりわけ大きな除去能を有している。

(4) 窒素・りん

図8(1)、(2)にT-NとT-Pの経時変化、表2に形態別窒素・りんの平均値、中位数、最大値を示す。T-Pについては流入水と浸透ます通過水が同レベルの値を示し、ローム層通過水が前二者に比べて著しく低

い値を示した。ローム層の通過でりんのほとんどが除去されている。

一方、T-Nについては流入水とローム層通過水が同レベルの値を示し、浸透ます通過水はそれらより高い値を示すことがあった。この浸透ます通過水のT-N上昇が浸透ます底部堆積物の分解によるものかどうかは不明である。ローム層通過水は流入水と比較すると、T-Nの低減がほとんどなく、浸透ます通過水と比較すると、0～50%程度のT-Nの低減があった。

表2 窒素・りんの平均値、中位数、最大値 (3月23日～4月28日)

		T-N mg/l	溶解性T-N mg/l	NH <sub>4</sub> -N mg/l	NO <sub>x</sub> -N mg/l	NO <sub>2</sub> -N mg/l	T-P mg/l	溶解性T-P mg/l	PO <sub>4</sub> -P mg/l
平均値	流入水	0.91	0.69	0.04	0.36	0.03	0.05	0.02	0.01
	浸透ます通過水	1.80	1.52	0.02	1.27	0.18	0.08	0.04	0.03
	関東ローム層通過水	1.29	1.24	0.02	1.15	0.01	0.01	0.00	0.00
中位数	流入水	0.87	0.68	0.03	0.32	0.03	0.04	0.02	0.00
	浸透ます通過水	1.59	1.24	0.01	1.10	0.02	0.07	0.02	0.01
	関東ローム層通過水	1.19	1.11	0.01	1.05	0.00	0.01	0.00	0.00
最大値	流入水	2.77	1.33	0.13	0.87	0.08	0.22	0.22	0.02
	浸透ます通過水	4.01	3.84	0.06	3.50	0.76	0.14	0.12	0.11
	関東ローム層通過水	2.06	1.92	0.05	1.74	0.02	0.03	0.01	0.01

このように、ローム層は窒素に関してははりのような高い除去能をみられなかった。

T-Nは有機態窒素、NH<sub>4</sub>-N、NO<sub>x</sub>-Nで構成されている。そのうち、NO<sub>x</sub>-NがT-Nに占める割合の変化をみたのが図9である。流入水は50%以下の値であることが多いのに対して、ローム層通過水は概ね80~90%以上の値を示しており、浸透の過程で有機態窒素・NH<sub>4</sub>-NからNO<sub>x</sub>-Nへの酸化、すなわち、硝化が大きく進行していることが伺える。なお、NO<sub>x</sub>-NのほとんどはNO<sub>3</sub>-Nであり、NO<sub>2</sub>-Nはわずかであった。

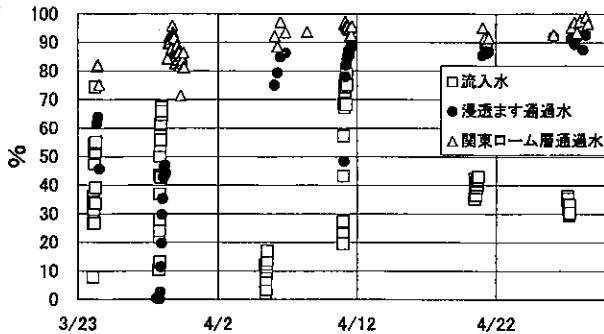


図9 NO<sub>x</sub>-N/T-Nの経時変化

(5) 無機イオン

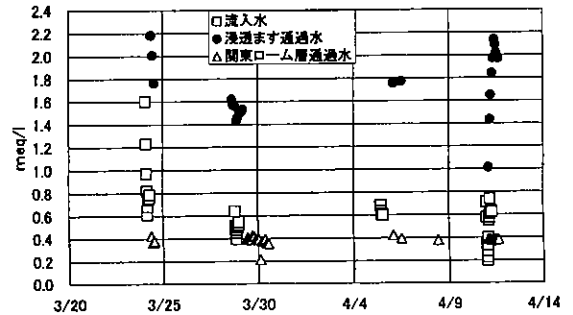
汚染物質ではないが、浸透の過程における物質収支を知るため、無機イオンの挙動についても調べた。図10(1)~(3)にNa<sup>+</sup>+K<sup>+</sup>、Ca<sup>2+</sup>+Mg<sup>2+</sup>、Cl<sup>-</sup>+SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>の経時変化、表3に無機イオンの平均値を示す。浸透ます通過水とローム層通過水を比較すると、Na<sup>+</sup>+K<sup>+</sup>はローム層の通過で大幅に減少し、Ca<sup>2+</sup>+Mg<sup>2+</sup>は逆に大幅に増加しており、Na<sup>+</sup>+K<sup>+</sup>からCa<sup>2+</sup>+Mg<sup>2+</sup>への置換が進んでいる。なお、浸透ます通過水のNa<sup>+</sup>+K<sup>+</sup>が流入水より大きく増加しているが、それが碎石層・砂層からの供給によるものかどうかは明らかではない。

表3 無機イオンの平均値 (3月23日-4月11日)

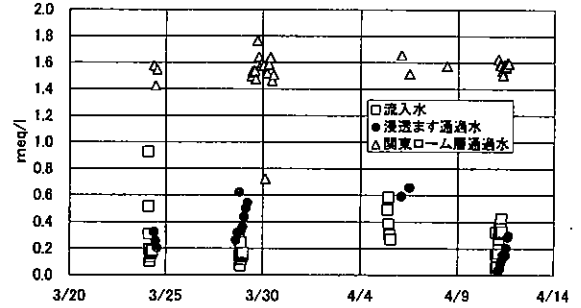
	Na meq	K meq	Mg meq	Ca meq	Cl meq	SO4 meq
流入水	0.49	0.12	0.04	0.21	0.10	0.21
浸透ます通過水	1.53	0.20	0.03	0.27	0.17	0.64
関東ローム層通過水	0.36	0.02	0.98	0.56	0.29	1.08

一方、Cl<sup>-</sup>+SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>は浸透ますの通過、更にローム層の通過で大きく増加していく。これは、碎石・砂層と関東ローム層を通過している間に、流入水中のCO<sub>2</sub>がCl<sup>-</sup>+SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>に置換することによるものと推測される。

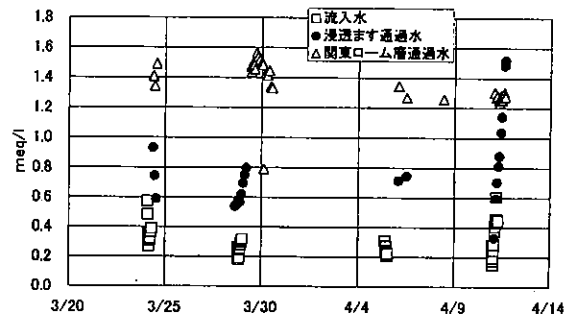
(6) 有機化学物質



(1) Na+Kの経時変化



(2) Ca+Mgの経時変化



(3) Cl+SO4の経時変化

図10 無機イオンの経時変化

表4に一部の試料についてVOCとTOXを分析した結果を示す。流入水、浸透ます通過水、ローム層通過水で検出されたVOCはクロロホルム、トリクロロエチレン、ベンゼン、トルエンの4項目であり、いずれもきわめて低濃度で、地下浸透による濃度変化はみられなかった。

表4 有機化学物質の平均値 (3月23日-3月30日)

	クロロホルム μg/l	トリクロロエチレン μg/l	ベンゼン μg/l	トルエン μg/l	TOX μg/l
流入水	0.02	0.14	0.03	0.23	18
浸透ます通過水	0.03	0.03	0.02	0.30	14
関東ローム層通過水	0.02	0.03	0.00	0.07	16

[注]TOXは3月23-24日の平均値を示す。

TOXは流入水、浸透ます通過水、ローム層通過水とも同程度の値を示し、浸透による低減傾向はみられ

なかった。

#### (7) 溶解性重金属

表5に一部に試料について、溶解性のCu、Cd、Pb、Zn、Cr、Mnを分析した結果を示す。流入水、浸透ます通過水、ローム層通過水とも、溶解性重金属はきわめて微量か不検出であり、今回の調査では地下浸透の過程における重金属類の挙動を知ることができなかった。

表5 溶解性重金属の平均値 (3月23日-24日)

	Cu μg/l	Zn μg/l	Cd μg/l	Pb μg/l	Cr μg/l	Mn μg/l
流入水	3.1	74.4	0.1	0.2	1.7	33.0
浸透ます通過水	3.0	18.4	0.0	0.1	19.2	1.3
関東ローム層通過水	0.9	30.6	0.0	0.2	0.8	2.6

## 4 考察

### (1) 雨水の地下浸透について検討すべき水質項目

1994~96年度に住宅地総合雨水排水、幹線道路雨水排水、工場屋根雨水排水の水質変化と流出特性を調査した結果から、雨水排水の地下浸透を実施した場合に特に検討の必要があると考えられる水質項目は次の3点であった<sup>2)</sup>。

- i. 有機物質
- ii. 硝酸性窒素および亜硝酸性窒素
- iii. 有機化学物質

今回は実際の雨水浸透施設において、これら水質項目が地下浸透の過程でどのような挙動を示すかを知るための調査を行った。また、参考までにその他の水質項目についても調査を行った。

### (2) 有機物質

3(3)で示したとおり、関東ローム層を通過すると、BOD等の有機物質は濃度が大きく低下し、ローム層の除去能が非常に高いことが明らかになった。特に低減率が高かったのは、難分解性有機物質の指標である254nm紫外外部吸光度であった。BODも十分に除去されていることから、生物易分解性有機物質も難分解性有機物質もローム層の通過でそのほとんどが除去されている。

土壤による有機物質の除去の機構は第一に土壤成分および土壤有機物による吸着であり、第二に吸着した有機物質に対する土壤微生物による分解である。生物易分解性有機物質は第二の除去機構で分解されて消失する。一方、難分解性有機物質もその多くは非分解性

ではなく、遅分解性であるから、土壤への吸着で土壤中に固定されれば、土壤微生物が時間をかけてゆっくりと分解する。したがって、難分解性有機物質の多くも第一と第二の除去機構によって除去されると考えられる。ただし、微生物による分解が不能な非分解性有機物質は土壤の中に蓄積していく。

問題は雨水排水中の非分解性有機物質に対して土壤がどの程度の期間、吸着能を維持できるかである。もし土壤の吸着座が非分解性有機物質で飽和すれば、遅分解性有機物質に対する吸着能も失われ、有機物質の除去率が低下していくことが予想される。しかし、雨水排水の有機物質の濃度は低く、そのうち、非分解性有機物質の割合は小さいので、雨水排水中の有機物質に対する土壤の除去能は長期間維持されるものと考えられる。

このことを確認するためには、雨水浸透水の水質変化について継続的な調査が必要である。今回の調査は当初は20年前から地下浸透を実施してきている公団の昭島市つつじが丘ハイツを予定していた。しかし、既設の団地で計測採水装置の設置工事を行うことが困難となったため、当初の予定を変更して、新たに雨水浸透が行われる三鷹市新川団地に設置することになった。つつじが丘ハイツであれば、20年経過した後のローム層の有機物質除去能を知ることができたであろうが、新川団地はあくまで浸透を開始してから約1年である。有機物質の除去能については今後も調査を継続していく必要がある。

### (3) 硝酸性窒素および亜硝酸性窒素

3(4)で述べたとおり、窒素に関してはローム層の除去能は小さい。ただし、地下浸透の過程で有機態窒素は $\text{NH}_4\text{-N}$ に分解され、更に $\text{NH}_4\text{-N}$ は酸化されて $\text{NO}_x\text{-N}$ に変わるため、ローム層通過水の窒素の形態はほとんどが硝酸態になっている。

硝酸性窒素および亜硝酸性窒素に関しては $10\text{mg}/\text{l}$ の環境基準が設定されているが、ローム層通過水の $\text{NO}_x\text{-N}$ は最大で $1.7\text{mg}/\text{l}$ 、平均で $1.1\text{mg}/\text{l}$ で、環境基準を大きく下回っている。94~96年度の調査結果では住宅地総合雨水排水、幹線道路雨水排水、工場屋根雨水排水のT-Nの平均値はそれぞれ $2.7\text{mg}/\text{l}$ 、 $4.1\text{mg}/\text{l}$ 、 $1.6\text{mg}/\text{l}$ であり、いずれも環境基準をかなり下回っており、雨水排水の地下浸透が環境基準を超える地下水汚染を引き起こす可能性はきわめて小

い。また、浅層地下水のNO<sub>x</sub>-Nは通常は数mg/l以上はあるから、これらの雨水排水の地下浸透で地下水中のNO<sub>x</sub>-Nが高まるという問題もないと考えられる。

#### (4) その他の水質項目

##### ア. りん

3(4)で述べたとおり、ローム層のりん除去能は高く、ローム層通過水のT-Pは微量であった。りんは土壤中で分解されることはなく、その除去機構は専ら吸着によるものであるから、その吸着能がどの程度の期間維持されるかが重要である。家庭排水中のりんを黒ボク土への浸透で除去する方法について試算した結果では、1m<sup>3</sup>の土壤で除去できるP量は1.2kgであった。この数字を使って試算すると、今回の雨水浸透ますの年間通過水量は流出率50%として70m<sup>3</sup>、浸透ます下のローム層の土壤量は1.4m<sup>3</sup>、浸透水のT-Pは平均で0.08mg/lであるから、りん除去能の持続年数は $1200g \div (70m^3 \times 0.08 g/m^3 \div 1.4) = 300$ 年間となる。ローム層のりん除去能は黒ボク土より小さいであろうが、それでも地下浸透水のりんに対してローム層は十分な除去能を有していると考えられる。

##### イ. 重金属類

3(7)のとおり、雨水排水中の重金属は濃度が非常に低い。また、重金属に対する土壤の吸着能は高いので、ローム層はりんと同様に、浸透水中の重金属を長期間、除去し続けると考えられる。したがって、地下水中に重金属が移行することはほとんどないと判断される。

##### ウ. 有機化学物質

今回の調査では雨水排水中の有機化学物質の濃度が非常に低いため、地下浸透の過程における有機化学物質の挙動を知ることができなかった。しかし、今回のように雨水排水は一般的に有機化学物質の濃度が非常に低い場合が多いと想定されるから、雨水地下浸透によって有機化学物質の地下水汚染が生じる可能性は小さいと考えられる。

## 5 おわりに

雨水排水の地下浸透を1999年3月から開始した三鷹市内の新川団地に、浸透ます流入水と地下浸透水を自動的に採取する装置を設置して、地下浸透の過程における各種汚染物質の挙動について調査を行った。その結果、主に次のことが明らかになった。

(1) 層厚1.4 mの関東ローム層は雨水排水中の生物易分解

性有機物質と難分解性有機物質の双方に対して高い除去能を有しており、関東ローム層の下部まで浸透する有機物質はわずかであった。有機物質の除去は、土壤による吸着と土壤微生物による分解という二つの除去機構が働いたことによるものと推測される。

(2) ローム層はりんに対して高い除去能を有していた。雨水排水のりん濃度と土壤のりん吸着能からみて、この除去能は長期間維持されると考えられる。

(3) 窒素に関しては、ローム層はその形態を硝酸態に変えるだけで、除去能が低かった。しかし、雨水排水に含まれるNO<sub>x</sub>-Nは硝酸性窒素および亜硝酸性窒素の環境基準に比べて低い値であるので、硝酸性窒素および亜硝酸性窒素による地下水汚染が引き起こされることはないと考えられる。

(4) 重金属類と有機化学物質については雨水排水中の濃度が微量かまたは不検出であったため、地下浸透の過程における挙動を知ることができなかったが、もともと濃度が低いので、地下浸透による汚染の可能性は低いと考えられる。特に、重金属類は土壤に吸着されやすい成分であるので、地下水に移行することはほとんどないと判断される。

以上のうち、有機物質に対する関東ローム層の除去能については長期間の調査によって推移を見守るべきであるので、今後、調査を極力継続していくことにしたい。

また、関東ローム層等の土壤層は汚染物質に対する除去能を有しているとはいえ、地下浸透させる雨水排水の水質濃度ができるだけ低濃度であることが望ましい。その点で、水質濃度が高い初期雨水排水を排除する方策を検討すべきであり、その排除方法についても研究を進めていくことにしたい。

今回の調査の実施にあたっては、都市基盤整備公団東京支社土木管理課の多大な協力を得た。また、雨水浸透水の採取方法については奈良大学の細野義純教授と(株)福田テクニカの福田博好氏から貴重な助言をいただいた。以上の方々に厚く謝意を表す。

## 引用文献

- 1) 嶋津暉之：雨水の地下浸透に関する研究（その1），東京都環境科学研究所年報1995,p.223-230.
- 2) 嶋津暉之ら：雨水の地下浸透に関する研究（その2）各種雨水排水の水質と流出特性，東京都環境科学