

雨水の地下浸透と水質問題

1 雨水地下浸透の必要性と研究の課題

市街化の進展により地表面がコンクリートやアスファルトで覆われるにしたがって、雨水の浸透による地下水涵養量が次第に小さくなってきました。林地や畑などの状態では地表面に到達した雨水の約半分が蒸発散により、大気に戻り、残りの大半が地下に浸透して地下水を涵養していました。しかし、地表面がコンクリート等で被覆されると、地表面に降り注いだ雨水の大部分が川や海に直接流出して蒸発散は激減し、地下水への涵養がゼロになります（図1）。東京の被覆率は区部では82%、山間部を除く多摩地域では53%と推定されており（1991年の値）雨水浸透による地下水涵養量が市街化の前と比べて大幅に減少しました。

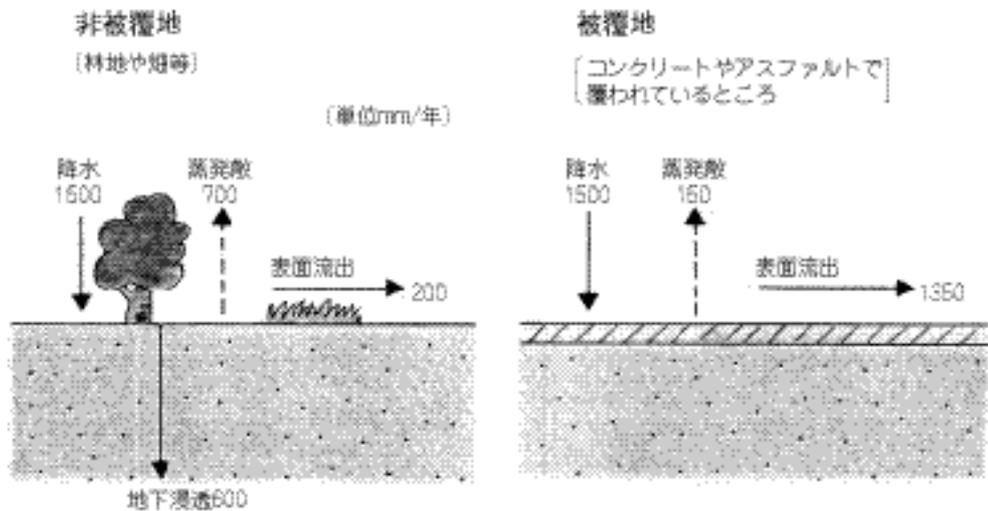


図1 地表面の水収支の概念図

崖線や谷地などでみられる湧水は浅層地下水が地上に湧き出たものですから、雨水浸透量の減少とともに、湧水量が激減したり、枯渇するようになりました。また、水道水源などの井戸で使用している地下水も涵養量の減少で利用可能量が小さくなりました。しかし、これからの都市としてのあり方を考えると、自地域内に降った雨水を有効に利用して享受する都市、すなわち、足元の水源地である地下水をもっと利用し、湧水が豊富に湧き出る「水循環都市」に東京を変えていくべきです。

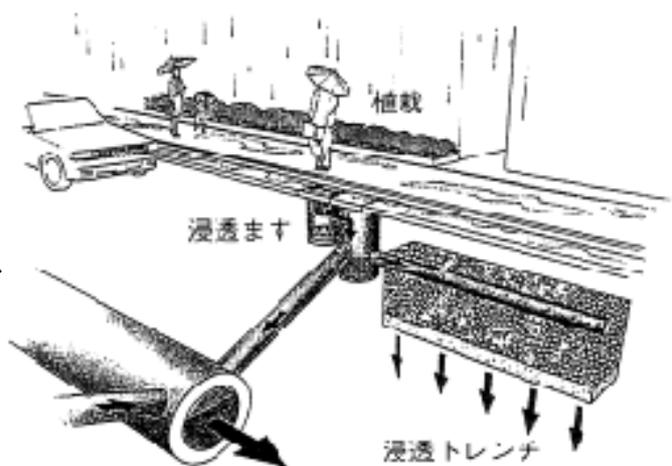


図2 道路における浸透施設の設置例

そのためには、浸透ます、浸透トレンチ、浸透U字溝などの浸透施設（図2）を配置して雨水の地下浸透を積極的に進めることが必要です。ただし、地下浸透の推進で懸念されることがあります。それは、雨水といっても、地表面を洗い流した雨水排水を地下浸透させるので、小面積の浸透施設からの集中的な地下浸透が汚染物質の地下浸入、すなわち、地下水汚染を引き起こすことはないかという問題です。東京都環境科学研究所では、この問題への対策を検討する研究を進めてきました。

2 雨水排水の水質調査

この研究でまず取り組んだのは、雨水排水がどの程度汚染され、汚染物質がどのような特性で流出するかという実態を把握することでした。雨水排水の水質調査は簡単ではありません。かなりの雨が降ると予想された時に前もって現場で待機して、雨水排水の計測と採水を行うのが一般的なやり方ですが、実際には空振りが多く、大変な労力が必要となり、長期的な調査には向きません。そこで、本研究では、図3に示す装置を現場に設置して雨水排水を自動採取することにしました。これは、流量計測装置が一定の時間間隔（例えば15分）で晴天時も含めて排水管の流量を連続計測し、降雨で雨水排水の流量が一定値を超えれば、自動採水器に対して採水の指示を出すものです。降雨の後、現場に行って自動採水器に保管された試料を回収し、研究所に持ち帰って分析を行いました。

この方法で、住宅地、高速道路、工場の屋根、それぞれの雨水排水を調査しました。その調査結果を表1に示します。なお、同表の水質項目の他に重金属や有機化学物質の分析も行いましたが、それらは問題になるほどの濃度ではありませんでした。

これらのデータをみると、雨水排水といっても、CODやBODなどの有機物質の濃度が決して小さい値ではないことが分かります。

住宅地の場合は人間活動に伴うものの他に土壌の流出、高速道路の場合は自動車排ガス中の沈積性汚染物質やタイヤの磨耗粉末など、工場の屋根の場合も大気汚染降下物などによって有機物質の濃度が上昇することがあります。しかし、雨水排水のCOD等の濃度が比較的高いのは図4の住宅地雨水排水の調査例に示すように一時期の雨水排水だけです。雨水排水の流量の急増とともに、COD等が大きく上昇しており、その一部の排水が平均濃度を高めているのです。

表1 雨水排水の水質調査結果

		(単位mg/L)					
		COD	BOD	全窒素	アンモニア性窒素	亜硝酸・硝酸性窒素	全りん
住宅地雨水排水 n=123	平均値	16.8	7.3	2.7	0.4	1.1	0.27
	90%水質値	28.7	16.8	5.4	1.0	2.3	0.70
高速道路雨水排水 n=146~152	平均値	7.6	8.7	4.1	2.2	0.9	0.11
	90%水質値	10.1	21.5	8.3	4.5	1.9	0.25
工場屋根雨水排水 n=73~124	平均値	7.5	4.0	1.6	0.2	1.0	0.02
	90%水質値	16.5	10.2	3.9	0.4	2.4	0.06

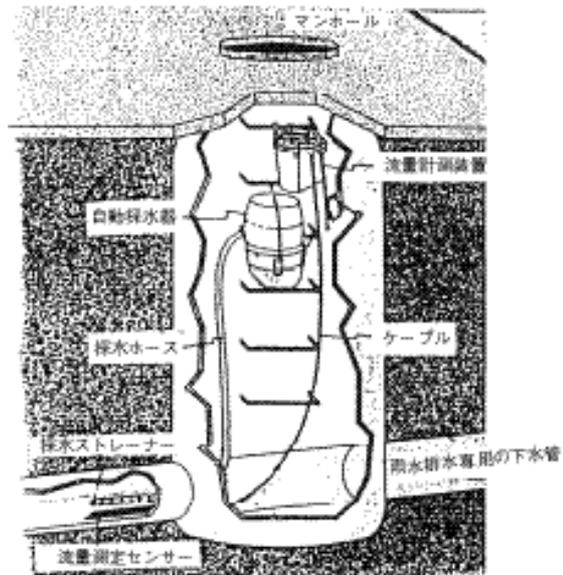


図3 雨水排水の流量計測と自動採取

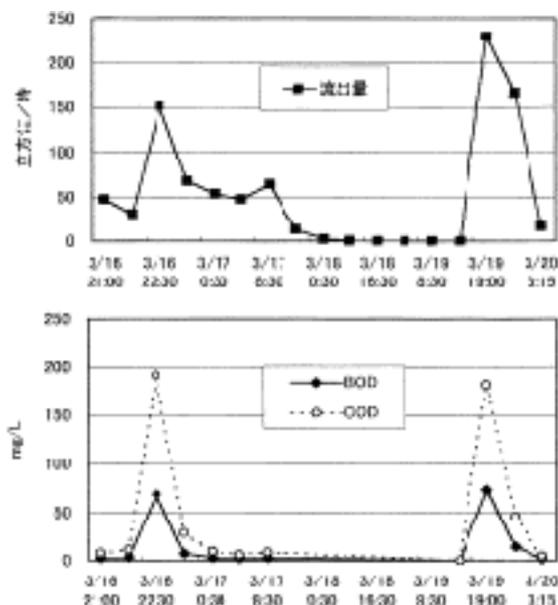


図4 住宅地雨水排水の水質変化の調査例（1995年）

3 雨水排水地下浸透に伴う汚染物質の挙動調査

次に、住宅地雨水排水の地下浸透に伴って汚染物質が地下水へ移行することがないかどうかの調査を行いました。図5に示す計測採水装置を住宅団地内に設置しました。採水の対象は浸透ますの流入水（公園園路の雨水排水）と、浸透ます、関東ローム層（層厚1.4m）それぞれの通過水です。この場合も降雨時に自動採水を行う仕組みをつくって降雨後に採水試料を回収しました。

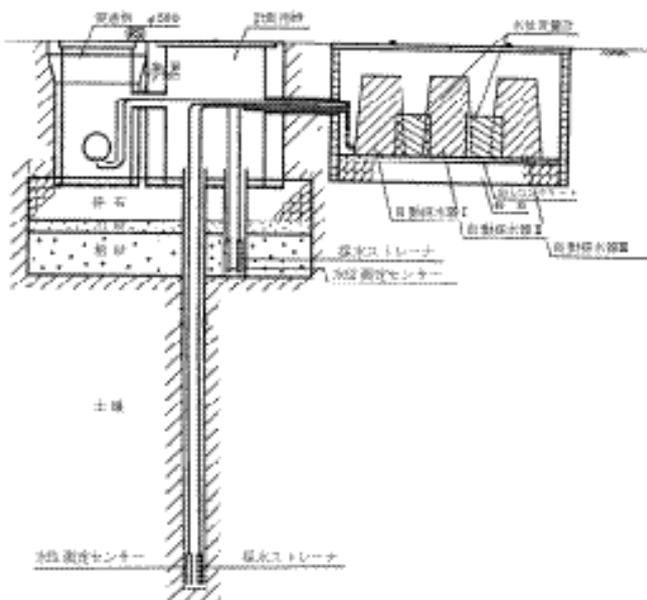


図5 浸透水等の計測採水装置

浸透ます流入水と関東ローム層通過水のCODを調べた例を図6に示します。流入水のCODが上昇することがあっても、関東ローム層通過水のCODは十分に低く、ローム層の除去能がよく働いていることが分かります。

表2に示す各項目の平均水質をみると、CODやBODといった有機物質とりんは土壌層の通過でよく除去されています。一方、窒素は土壌層の除去能が明確ではありません。土壌は有機性窒素やアンモニア性窒素を硝酸性窒素に変える力がありますが、窒素そのものを除去する機能がありません。しかし、窒素については流入水の値が低いので、それによる地下水汚染はないと考えられます。

今回の調査結果をみると、土壌層の除去能が働くので、雨水排水の地下浸透に伴う地下水汚染の可能性は非常に低いと判断されます。ただし、この住宅団地の雨水地下浸透は1999年4月から開始されたところですので、土壌層の除去能が長期間維持されるかどうかの調査が今後必要です。

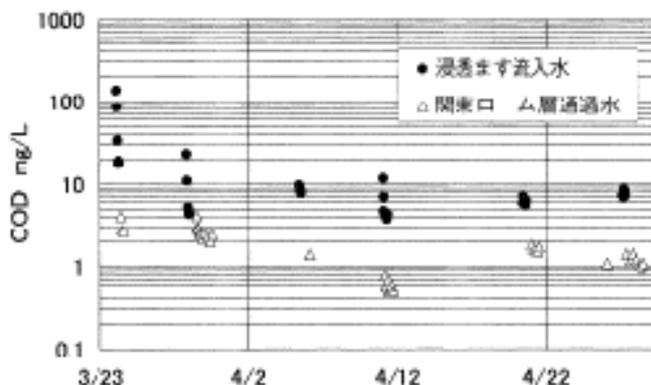


図6 浸透ますの調査例（2000年）

表2 浸透ますの流入水、浸透ます通過水、関東ローム層通過水の水質（2000年3・4月の平均）

（単位mg/L）

	COD	BOD	全窒素	アンモニア性窒素	亜硝酸・硝酸性窒素	全りん
流入水	12.5	18.8	0.91	0.04	0.36	0.048
浸透ます通過水	9.0	7.2	1.80	0.02	1.27	0.075
関東ローム層通過水	1.7	1.4	1.29	0.02	1.15	0.011

4 高濃度雨水排水の排除を検討するための調査

図4の例に示したように雨水排水の大半は比較的清浄ですが、一部の排水はCOD等の濃度がかなり上昇することがあります。これらの高濃度排水を浸透の対象から排除することができれば、浸透ます流入水の平均濃度を大幅に下げることができます。

そのためにはCOD等の濃度上昇を自動的に検知して高濃度排水を排除する方法を開発することが必要です。自動計測が可能な項目としては水位、電気伝導度、濁度があります。

住宅団地雨水排水を対象として、これらの計測を行い、COD等との関係を調べたところ、濃度上昇に最も対応して変動するのは図7のとおり、濁度であることが分かりました。そして、濁度25度以上の雨水排水を排除することができれば、表3のとおり、流量削減率30%、すなわち、70%の浸透量を確保した上でCOD負荷量を85%削減できるという試算結果が得られました。ただし、雨水排水の一部排除を具体的にどのような方法で行うかは今後の検討課題です。

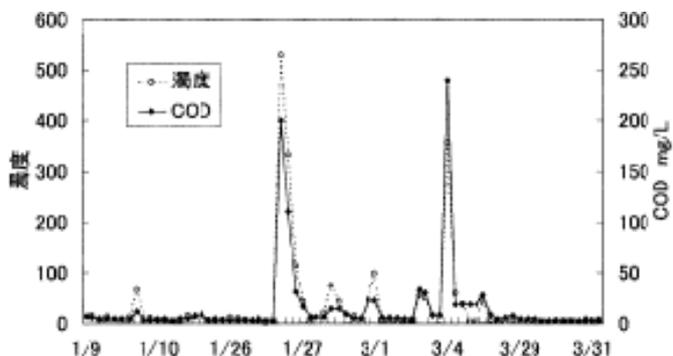


図7 住宅団地雨水排水の濁度とCOD (2001年)

表3 濁度25度以上の住宅地雨水排水を排除した場合の浸透ます流入負荷量の削減率 (2001年1月～3月のデータで試算)

(単位 %)

		BOD	COD	全窒素	全りん
流量削減率	30	78	85	65	87

5 雨水地下浸透の汚染物質流出抑制効果の調査

三鷹市新川団地では低層住宅から高層住宅への建て替えに伴って、雨水の地下浸透施設が設置されました。浸透の対象は住宅の屋根と公園部分で、車道や駐車場は対象外になっています。浸透部分の面積率は約50%です。

この住宅団地の総合雨水排水の水質を建て替え前と建て替え後に調査した結果を表4に示します。COD、BOD、全窒素、全りんとも平均水質が1/3～1/2まで減少しています。この水質の改善は、雨水地下浸透の実施に伴って表面流出量が減少し、地表面の汚染物質が流出しにくくなったことと、建て替えによって地表面の状態が変化したことによるものですが、前者の効果も大きいと推測されます。

このように雨水の地下浸透は地表面の汚染物質の流出を抑制する効果もありますので、地下水涵養という量的な面だけでなく、雨天時の河川水質の改善という視点でも今後推進していくことが必要です。

表4 雨水地下浸透実施前後の住宅団地雨水排水の水質調査結果 (単位mg/L)

		COD	BOD	全窒素	アンモニウム性窒素	亜硝酸・硝酸性窒素	全りん
建て替え前 (雨水地下浸透なし)	調査期間 1994.10-95.8	25.5	9.8	4.6	0.77	1.92	0.41
建て替え後 (雨水地下浸透実施)	調査期間 2000.9-01.3	12.1	3.6	1.5	0.13	0.71	0.14

「研究所の窓」(研究所の活動の紹介)

都立大学大学院理学研究科との連携大学院発足

東京都環境科学研究所と都立大学大学院理学研究科は、相互に連携し、環境教育の普及と教育研究活動の一層の充実を図ることにより、我が国における学術及び科学技術の発展に寄与することを目的に協定を締結し、平成13年10月1日「連携大学院」を発足しました。

この協定により、大学院生は研究所において特定専門分野の教育・指導を研究員から受け、また大学と研究所がヒートアイランドの緩和等に関して共同で研究していくこととなります。

なお、当研究所の連携大学院は、平成13年4月1日に発足した都立科学技術大学と合わせて2大学になりました。

DPFの指定(国内初)

環境局では、平成13年9月に「環境確保条例」に基づく「粒子状物質減少装置」の指定を国内で初めて行いました。当研究所は、行政部門と連携を取りながら、使用過程車に装着可能なタイプの各種のDPFについて実証試験を実施し、粒子状物質減少装置の指定基準策定に関する科学的情報の提供を行いました。

花粉症関連研究始まる

ディーゼル車排出ガスは喘息等の呼吸器疾患や肺がんの原因となるなど様々な健康影響に関与することが知られています。最近都内において患者数の増加が著しい花粉症の発症にもディーゼル車排出粒子の関与が疑われています。

環境局では衛生局と共同して、ディーゼル車排出ガスと花粉症との関連に関する総合的な調査を行うこととし、9月4日に「ディーゼル車排出ガ

スと花粉症との関連に関する調査委員会」(座長:柳川洋埼玉県立大学副学長)を開きました。

この委員会で調査方針を立案し、方針に基づき調査が実施されますが、環境科学研究所は委員会の中に設けられる「ディーゼル車排出ガス関連環境調査部会」の指導を受けながら、疫学調査の環境要因に関する測定・解析を担当します。

三宅島

...SO₂除去施設の性能確認...

東京都災害対策本部は、作業員や職員が常駐して業務できるように、三宅島に火山ガス対策を施したクリーンハウスを整備しています。7月7日、クリーンハウスに設置されたSO₂除去施設の性能確認検査に同行しました。当日は波が高いため午前中だけの滞在でしたが、現場でSO₂を発生させてその除去効率を確認しました。神津島から三宅島へは小型船で1時間半弱。途中、阿古港に青白い火山ガスが漂っているのが見えました。島内では木が黄色く枯れている地区もありました。船で往復するにしろ、クリーンハウスに滞在するにしろ、島で作業する方々は本当に大変です。島民の帰島とともに作業員の方々の健康と安全を願わずにはいられません。(上野記)



SO₂除去施設(三宅支庁倉屋上)

発行 東京都環境科学研究所
〒136-0075 東京都江東区新砂1-7-5
TEL 03(3699)1331(代) FAX 03(3699)1345
ホームページ<http://www.kankyoken.metro.tokyo.jp/>

印刷 有限会社 彩美企画印刷
平成13年度 登録第6号
2001年10月発行