

レインアウトによる雨滴中含有全窒素量の推定

岐阜大学大学院工学研究科
岐阜大学工学部
岐阜大学流域環境研究センター
岐阜大学流域環境研究センター

○日置琢三・野田幸嗣
鷲見力
Madhusudan B. Shrestha
正員 篠田成郎・湯浅晶

1. 緒言

窒素循環を解明する上で、大気から陸面への自然負荷としての降水中に含まれる全窒素負荷量の時間変化過程を明らかにすることは欠かせない。また、我が国における酸性雨の主要因は、大陸から飛来する硫酸酸化物によるものよりも、むしろ、都市域での人間活動に伴う窒素酸化物によるとの報告もある。これらのことから、降水中の窒素の動態を把握することは地球環境問題の視点からも重要となっている。

著者らはすでに大気中における窒素汚濁成分の蓄積過程および降雨による洗浄過程をモデル化すると同時に、その適用性を検証してきた¹⁾。このモデルでは、いわゆるウォッシュアウトに伴う雨水中含有全窒素量と大気中全窒素成分との関係を定式化したものであり、雨滴落下時における大気中全窒素成分の洗浄効果のみに着目している。しかし、モデルを検証する過程で、レインアウト中に含まれる窒素量が少なくないことが分かってきた。そこで本研究では、現地観測から、一降雨毎における大気中全窒素の除去過程および雨水中に含まれるレインアウト含有全窒素量を把握することを目的とする。

2. 現地観測

一般に、降雨による大気中の汚濁物質の洗い流しは降雨の初期において大きいとされる。また、これまでの独自の観測においても、降雨初期における降水中全窒素濃度は高い傾向を示している。大気中の窒素成分は降水によって捉えられ減少していくため、降雨開始から終了までの全窒素量の時間変化は減少傾向になると考えられる。また、長時間降雨が続く、ウォッシュアウトによって大気中に存在する全窒素成分がすべて洗い流された状態においては、降水中に含まれる窒素は雲粒の凝結核に含まれる全窒素成分のみになり、一定値をとると考えられる。以上の概念を図-1 に模式的に示す。

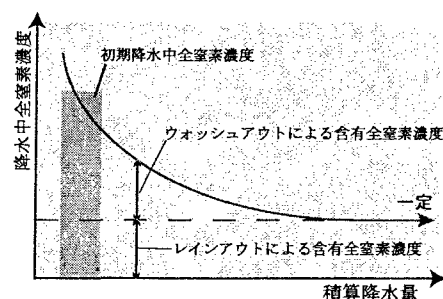


図-1 降水中全窒素濃度の経時変化に関する模式図

そこで、降雨過程の時間変化とともに一定値になった状態での全窒素濃度をつかむことで、雲粒凝結核中に含まれる全窒素量を把握する。観測の方法としては、降雨開始から終了までの1降雨を時間経過とともにできる限り多くのサンプルに分割して採取し、それぞれに含まれる降水中全窒素濃度を分析することで、その時間変化を把握する。具体的には、ある程度まとまった降雨を予測し、降水を採取するルートとボトルを設置する。分析可能な量の降水がたまったらそこですばやく降水採取ボトルを交換するという手順を降雨終了までくり返す。

3. 観測結果と考察

図-2 は各期間において、上記の観測方法で一回の降雨を可能な限り多く分割して採取された雨水の観測結果の一部である。それぞれ降雨量 (r) の時間変化、積算降雨量 (R) に対する濃度変化 (C) および積算負荷量 (L) の変化について示してある。図を見ると、降水量が多くなると、降水中全窒素濃度は減少傾向をとり一定値に漸近する傾向が3つの降雨すべてにおいて見られる。また、積算負荷量の変化についても降雨初期において大きく供給され、降水の継続に伴いその増加量は減りほぼ一定となる。これらのことから、先に示した降雨による大気中の汚濁物質の洗い流しという現象およびレインアウト含有全窒素濃度をうまく捉えられたといえる。

表-1 は、今年度行われた現地観測の観測記録を、レインアウト濃度、推定された総レインアウト負荷量、総ウォッシュアウト負荷量などについてまとめたものである。レインアウト濃度について見ると、各観測期間において大きく違いがあるのが分かる。このことは、雲粒の発生活起源の違いが大きく関与していると考えられる。降雨をもたらし雲の生成には多くの要因が考えられるが、レインアウトという現象を考えた場合、雲粒に含まれる窒素量は雲粒の生成地域に大きく依存すると考えられる。今後それらの違いについても検討していきたい。

4. 結語

以上、本研究では、現地観測を通じて、雨水中に含まれるレインアウト含有全窒素量を検討した。今後、さらなるデータ蓄積から、雨水中に含まれる窒素成分の動態を表現するモデルを検証し、流域スケールでの降雨による年間の供給全窒素量を推定する。最後に、本研究が文部省科学研究費地域連携推進研究(1)(課題番号:11794029)、基盤研究(B)(2)(課題番号:11490015)および基盤研究(C)(2)(課題番号:80187369)の一部であることを付記する。

参考文献

1) 篠田成郎・都築克紀・山下幸伸・竹下慶・日置琢三・湯浅晶：山地森林域における降水中全窒素負荷量の時間変化特性，第8回地球環境シンポジウム論文集，土木学会，2000，pp. 277-282.

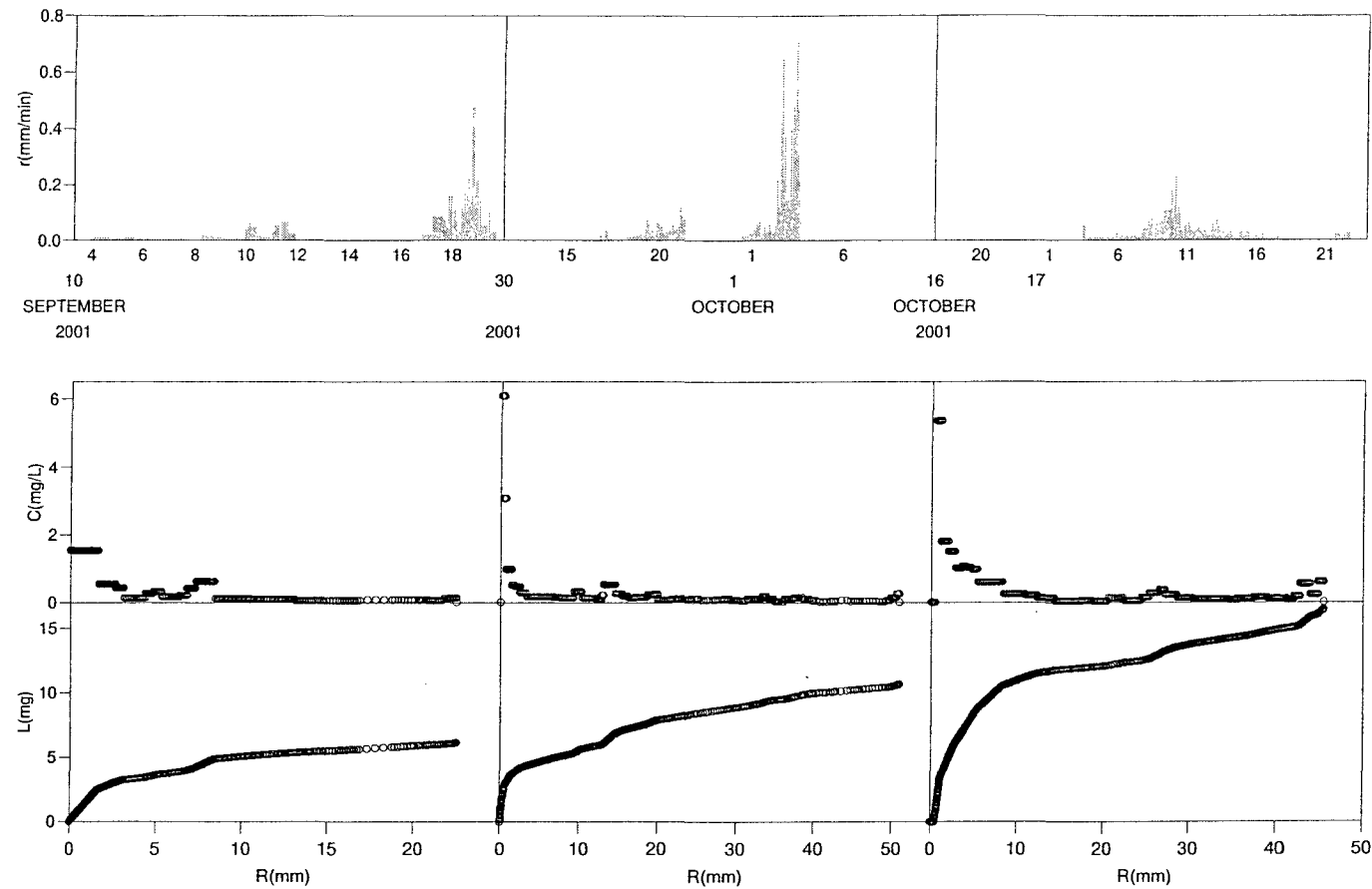


図-2 各観測期間における降水量の時間変化および降水中全窒素濃度，積算降水中全窒素負荷量の積算降水量変化

表-1 各観測期間における観測記録および推定された総レインアウト負荷量および総ウォッシュアウト負荷量

降雨 No.	降雨開始日時	降雨終了日時	サンプル数 (分割採取 数)	総降雨量 (mm)	降雨継続 時間 (分)	総負荷量 (mg)	レインアウト 濃度 (mg/L)	推定総レイ ンアウト負荷 量(mg)	推定総 ウォッシュア ウト負荷量 (mg)
1	2001/7/12 (15:01)	2001/7/13 (18:01)	12	24.4	1621	28.828	0.993	11.604	17.224
2*	2001/9/6 (22:17)	2001/9/7 (20:55)	14	15.5	368	5.844	0.054	0.190	5.655
3	2001/9/10 (3:59)	2001/9/10 (19:41)	20	22.5	943	6.136	0.090	1.252	4.884
4	2001/9/30 (13:08)	2001/10/1 (19:57)	52	50.9	1250	10.651	0.093	2.948	7.703
5	2001/10/10 (0:58)	2001/10/10 (12:39)	29	52.3	702	8.607	0.103	1.053	7.554
6	2001/10/16 (18:45)	2001/10/17 (22:18)	33	45.4	1654	16.465	0.133	3.871	12.594
7	2001/10/22 (11:20)	2001/10/22 (23:44)	28	144.2	765	18.685	0.030	1.138	17.547
8	2001/11/27 (5:59)	2001/11/27 (13:35)	3	4.7	257	8.106	1.230	2.000	6.105
9	2001/11/29 (16:54)	2001/11/30 (3:38)	17	19.4	645	22.959	0.726	3.460	19.498
10	2001/12/3 (0:00)	2001/12/3 (7:40)	6	9.7	461	7.244	0.352	2.764	4.479

* 雨水採取期間における値