

東北大学植物園内小河川における水質の経年比較ならびに豪雨による影響

1214118 佐藤 源亮

1214221 鈴木 龍之介

1. はじめに

これまでに東北大学植物園内を流れる小河川において、森林域からの汚濁負荷量の流出特性を把握するために晴天時に採水を行い長期的な水質調査が行われてきた。

本年度は過去の研究データと本年度の研究データを参考にどのような経年変化があるのかを考察すると共に各水質項目を環境基準等で定められている値と比較して小河川の特性を検討した。また今年度発生した豪雨災害で、森林生態系にどのような影響を与えたかを分析データより考察した。

2. 調査対象地

調査対象区域は、仙台市青葉区内にある東北大学植物園内の小河川（図-1）である。標高は60～145mで流域勾配は約9.1%である。面積は約52万㎡で、植生はモミ林をはじめ、コナラ林、アカマツ林、スギ林、芝生、ヨシ原で構成されている。図-1に示すように下流をA地点、上流をE地点とし、計5か所で採水を行った。上流のE地点からA地点までの流下距離は520.9mであり、流下時間はそれぞれ0.47h、1.18h、2.07h、4.61hである。

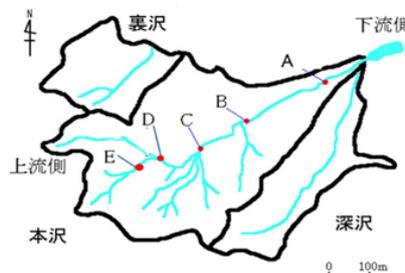


図-1 東北大学植物園

3. 分析項目

(1) 分析項目

測定項目は、流量、気温、水温、濁度、水素イオン濃度 (pH)、電気伝導度 (EC)、塩化物イオン濃度 (Cl⁻)、化学的酸素要求量 (COD)、総リン (T-P)、総窒素 (T-N)、亜硝酸性窒素 (NO₂-N)、硝酸性窒素 (NO₃-N)、アンモニア性窒素 (NH₄-N)、TOC の全14項目である。流量は、より正確な測定を行うため幅20cmの流量測定装置を用いた。流速はSF-5511電磁流速計を用いて測定し、断面積×流速から流量を求めた。

(2) 先行降雨係数 APF(Antecedent Precipitation Factor)

採水前日までに降った雨が、水質に与える影響を知る為に先行降雨係数を用いて検討を行った。下記の(1)式を使用し計算した。

$$APF = \sum_{t=1}^k \left(\frac{Rt}{t} \right) \cdot \dots \cdot (1)$$

ここで Rt は、対象とする採水日の t 日前の日雨量(mm)を、t は、採水当日からの日数を表す。

キーワード：水質項目 豪雨災害 森林生態 先行降雨係数 水質環境基準 経年変化

No.1-29 (中山研究室)

4. 結果・考察

(1) 先行降雨係数の計算値 (単位: mm/d)

表1~3に2013年から2015年までの21日間合計雨量とAPFの7日間と21日間の係数を示す。2013年から2014年にかけては、合計雨量の最大値が163.5mmであるのに対し2015年では367mmであった。また21日間先行降雨係数も25.13mm/dとなりそれまでに最も高い係数の約2.5倍に増加した。

表-1 2013年先行降雨係数

2013年	合計雨量(mm)	7日間係数	21日間係数
5月24日	17.5	0.00	1.53
6月7日	14.0	0.00	1.33
8月29日	33.5	5.43	6.28
10月14日	26.5	3.86	4.98
11月29日	7.0	1.42	1.53

表-2 2014年先行降雨係数

2014年	合計雨量(mm)	7日間係数	21日間係数
5月30日	69.5	4.42	10.02
8月7日	83.5	7.73	9.96
9月18日	98.0	1.33	10.44
10月30日	163.5	0.17	10.93
12月11日	80.0	0.23	6.23

表-3 2015年先行降雨係数

2015年	合計雨量(mm)	7日間係数	21日間係数
5月29日	44.5	0.00	3.84
7月13日	111.5	1.27	8.06
8月5日	41.0	2.33	3.82
9月30日	367.0	5.93	25.13
11月12日	39.0	7.88	9.28

(2) 豪雨による東北大学植物園内小河川への影響

平成27年9月9日から11日にかけての豪雨により宮城県では河川氾濫などの大きな被害が発生した。東北大学植物園内小河川においても土砂崩れ等の被害を受けた。図2~4は今年度計6回行ってきた水質実験データをまとめたものである。8月5日以前のデータと9月30日以降のデータではT-P、T-N、NO₃-N等の栄養塩が増加する等の差異がみられる。原因は土砂崩れ等の地形変化により、土壤から多量の栄養塩が流出したことが考えられる。

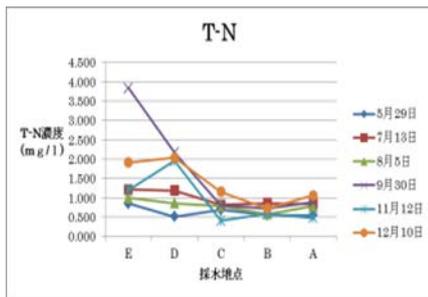


図-2 T-N濃度の変化

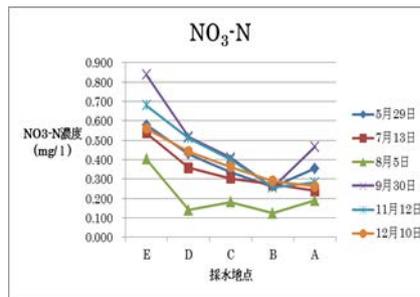


図-3 NO₃-N濃度の変化

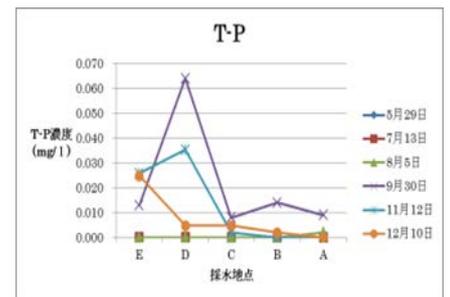


図-4 T-P濃度の変化

(3) 豪雨による森林河川系への影響模式図

図-5に豪雨による森林河川系へ与える主な影響を模式的に示した。豪雨の影響で土砂災害が起きることにより、土壤に含まれる栄養塩が一度に流出し、森林が有する自浄作用を大きく上回る。その結果、本来循環すべき栄養塩が地表流や地下流により下流へと流出し、森林が長年に渡り貯蓄していた栄養塩が減少し森林破壊に繋がる他、面源負荷により河川のみならず下流地域の汚濁へつながる⁶⁾。

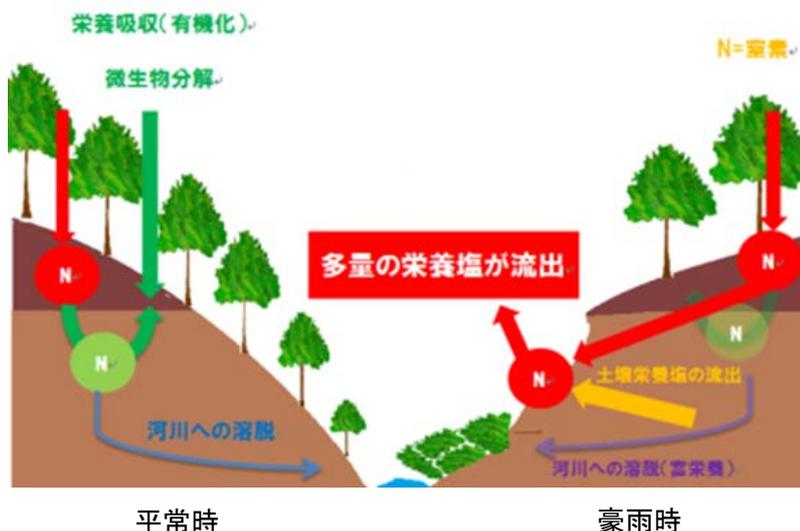


図-5 森林河川系への影響模式図

(4)水質項目の各基準との比較

調査対象である東北大学植物園内の小河川には明確な基準値が設定されていないため比較対象は環境基本法の水質基準⁸⁾で定められている基準値を使用した。

この水質環境基準は、人の健康を保護し、生活環境を保全するうえで維持されることが望ましい基準として、環境基本法に基づいて定められており、人の健康の保護に関する基準（健康項目）⁹⁾と、生活環境の保全に関する基準（生活環境項目）があり、こちらを参照とした。

・pH：水質環境基準の生活環境項目(河川：AA)で定められている値(pH：6.5～8.5)と比較してみた結果、E地点は8月を除いて基準値を下回る数値になっており、水質環境基準の定める値を満たしていないと言える。AからD地点においても9月以降は下回っていた。

・NO₂-N、NO₃-N：人の健康の保護に関する環境基準としてはNO₂-NとNO₃-Nを足した値が10 mg/l未滿とされているが、どの地点においても1mg/l未滿であった為問題は無かった。

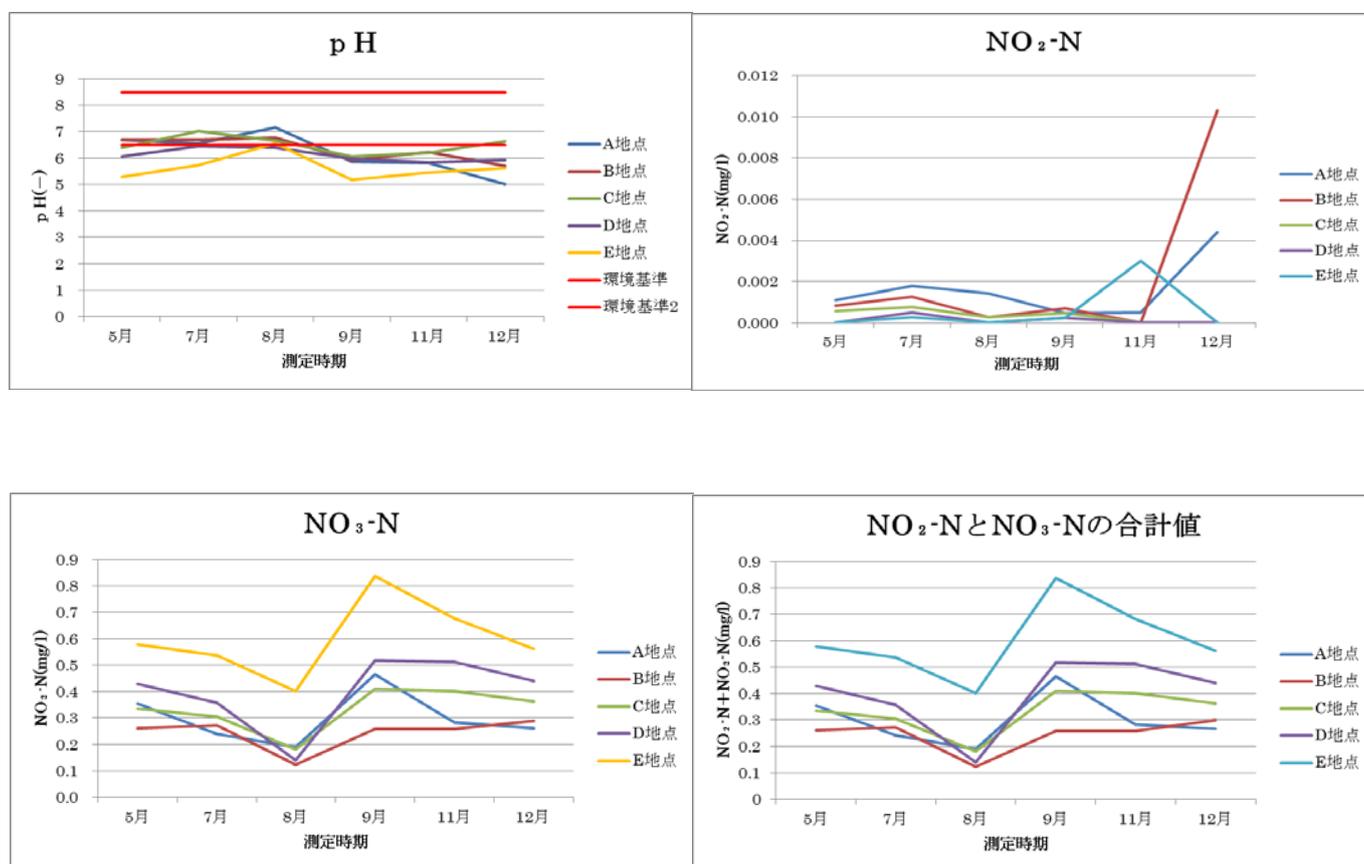


図-6 基準値との比較

(5) 同じ傾向を示した項目の経年比較

各測定年の測定地点ごとの平均値を図-7に示す。

- ・流下に伴い濃度が増加していた項目にはCODがあった。
- ・流下に伴い濃度が減少していた項目にはT-N、CL-があった。

これらの原因についてはこれまでに検討されたものと同様と考えられる。

しかし、今年度のT-NにおいてはD,E地点の値が例年のデータよりも著しく高い値となっていた。



図-7 年別平均値の比較

5. まとめ

○今年度の調査により、豪雨の影響で土砂災害が発生すると T-N、NO₃-N、T-P といった栄養塩に該当する水質項目が増大することが確認された。原因は、土壌に貯蓄していた栄養塩が地形変化により流出したためと考えられる。栄養塩が流出することにより、森林成長を阻害する他、面源負荷により河川のみならず下流地域の汚濁へつながる。

○今年度の水質項目の測定結果を各種水質の基準に則り比較した。その結果、pH が水質環境基準を満たしていないことがわかった。

しかし、健康の保護に関する環境基準である NO₂-N と NO₃-N においては基準値を満たしていた。

○各水質項目を過去の研究データと経年比較した結果、COD、T-N、CL-がこれまでに観測されたデータと同じ傾向を示しており、その原因についてもこれまでに検討されたものと同様と考えられる。

6. 参考文献

- 1) 井元 将、木村浩大：青葉山を流れる小河川の晴天時における水質の経年変化
：東北工業大学都市マネジメント学科卒業論文：平成 26 年度
- 2) 千葉 康成、若生 翼：森林域を流れる小河川の水質形成と先行降雨係数の関係
：東北工業大学建設システム工学科卒業論文：平成 25 年度
- 3) 佐藤 真生：森林域を流れる小河川における気温と水質項目の関係について
：東北工業大学建設システム工学科卒業論文：平成 24 年度
- 4) 菅原 光平、工藤 洋旗：東北大学植物園内小河川における晴天時の流下に伴う水質変動
：東北工業大学建設システム工学科卒業論文：平成 23 年度
- 5) 気象庁：
http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/view/daily_sl.php?prec_no=34&block_no=47590&year=2014&month=12&day=01&view=p1 閲覧日 2016 1/10
- 6) 柴田 英昭 大気－森林－河川系の窒素移動と循環 北海道大学 地球環境 VoL, No2, p133~143(2010 年)
- 7) 山田 俊郎 森林集水域からの栄養塩負荷流出とその特性に関する比較研究 環境工学研究論文 第 35 巻 P85~93 (1998 年)
- 8) 環境省 別表 2 生活環境の保全に関する環境基準 (河川)
<http://www.env.go.jp/kijun/wt2-1-1.html> 閲覧日 2016 1/10
- 9) 水質環境基準－島根県：トップページ
http://www.pref.shimane.lg.jp/infra/kankyo/kankyo/mizu/kijyun.data/221_.pdf 閲覧日 2016 1/10