

ベトナム・フエ市周辺の洪水に見舞われる農地における金属汚染

山形大学農学部 学生会員 ○于双
山形大学工学部 正会員 佐々木貴史
山形大学農学部 非会員 梶原晶彦
山形大学農学部 正会員 伊藤紘晃, 渡部徹

1. はじめに

ベトナムのフエ市では毎年のように10月から11月の間に市街地を通るフォン川が氾濫し、時に大規模な洪水が起こることが知られている。洪水時には家庭排水や工業排水などが溢れ、排水中の汚染物質が都市域に広がる。洪水はいずれ下流の農業地帯へ流下するため、洪水中の汚染物質も農地に到達、蓄積し、最終的に、そこで栽培される農作物に吸収される可能性がある。本研究では、フエ市周辺の農地を対象に、洪水の前後で土壌の金属汚染を調べ、洪水の影響を明らかにすることを目的にする。

2. 方法

2-1 現地調査の概要

ベトナム中部のフエ省の中心であるフエ市周辺の農地を対象とし、土壌と灌漑用水、堆肥のサンプリングを行った。サンプリングは、平成25年8月（洪水前）と12月（洪水後）に、図1に示すSt.6~38において実施した。サンプリング地点は、洪水に関して地理的条件が異なる4つの地域から選定した。すなわち、市街地より上流に位置し都市での汚染の影響を受けない地域A（St.15~25）、都市の下流では市街地に近接した地域B（St.37,38）の他、市街地から近い地域C（St.6~14）、遠い地域D（St.26~36）を対象とした。灌漑用水については、距離が近い農家同士では同じ水源（井戸、川など）を使用している場合も多かった。

2-2 分析手法

1) 土壌と堆肥の分析

110℃で24時間乾燥した試料に、王水を加え、ホットプレート上で170℃に加熱する。加熱後に常温まで冷却し、ガラスろ紙5種Bで濾過する。ろ液中の金属含有量をICP-MS（Perkin Elmer, ELAN DRC II）を用いて測定する。

2) 灌漑用水の分析

試料50mlに2.5mlの硝酸を添加し、ホットプレート上で200℃に加熱し濃縮する。加熱後に常温まで冷却し、ガラスろ紙5種Bで濾過する。ろ液中の金属含有量を1)と同様にICP-MSを用いて測定する。

3. 結果および考察

3-1 洪水前後の土壌の金属含有量の比較

各地点で採取された土の金属含有量を図2に示す。この図では金属別に8月（洪水前）と12月（洪水後）の土壌試料の金属含有量をそれぞれ横軸と縦軸に示した。どの金属についても、市街地より上流の調査地点では洪水前と洪水後の各金属含有量は同程度で、地点別のバラつきは少なかった。これに対し下流の調査地点では、ほとんどの金属について洪水前の含有量が洪水後より大きかった。この結果から、洪水に起因する汚染の影響は見られず、むしろ市街地上流域に比べて下流域では、洪水が土壌中の金属成分を洗い流す傾向にあった。非農地の汚染状況には、明確な傾向は見られなかった。



図1. サンプリング地点

キーワード：農地汚染、金属含有量、洪水、ベトナム中部

住所：山形県鶴岡市若葉町1-23, Tel : 0235-28-2907, Email: to-ru@tds1.tr.yamagata-u.ac.jp

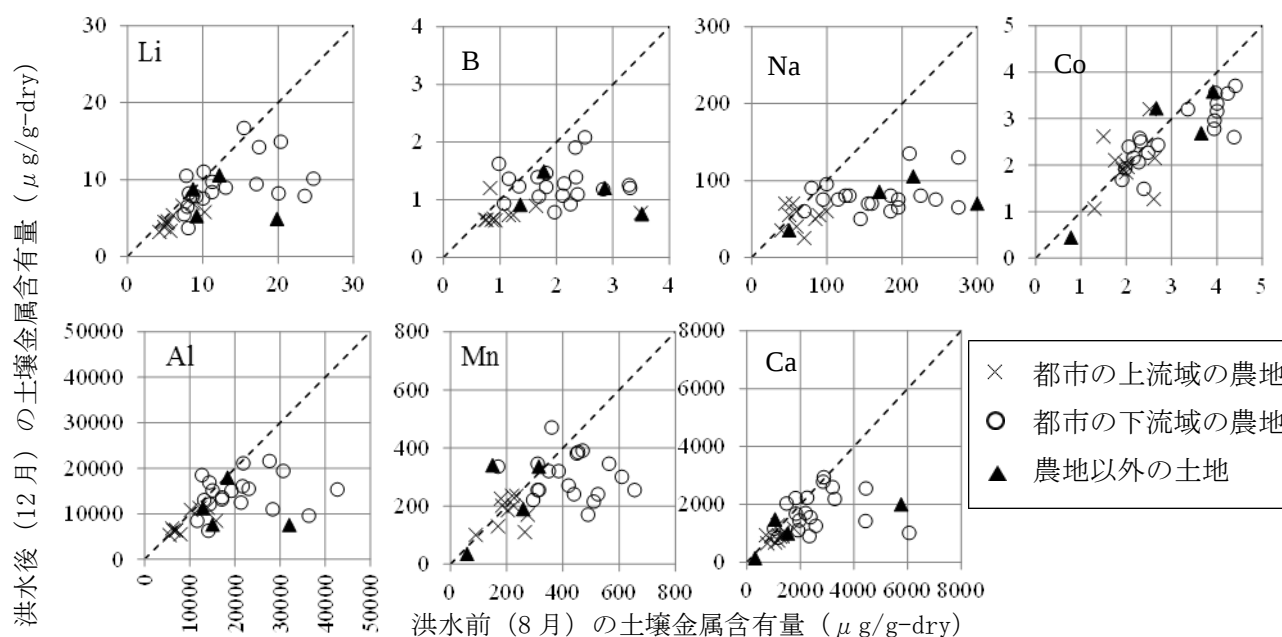


図2. 洪水の前後における農地土壌の金属含有量の比較（一部）

表1. 重回帰分析の結果（有意な因子があったもののみ） **:p<0.01 *:p<0.05

(a) 洪水前（2013年8月）

	Na	K	Al	Li	B	Mg	Ca	Fe	Cu	Mn	Co	Ni	Ga	Sr	Ag
下流に位置する	0.643**	0.682**	0.599**	0.56**	0.477**	0.679**	0.392*	0.495*	0.438*	0.772**	0.654**	0.496*	0.554**	-0.222	-0.667**
堆肥を使用する	-0.049	0.161	0.214	0.334	0.065	0.127	0.308	0.23	0.131	0.025	-0.056	0.233	0.153	0.514*	0.616**
洪水を経験した	-0.073	-0.254	-0.049	-0.07	-0.127	-0.218	0.084	0.014	-0.08	-0.223	-0.092	0.025	-0.075	0.171	0.064
灌漑用水の汚染	0.246	-0.378	0.161	0.159	-0.902	-0.329*	0.312	0.031	0.374*	-0.104	0.249	-0.149	-0.183	0.465	0.018

(b) 洪水後（2013年12月）

	Na	K	Al	Li	B	Mg	Ca	Fe	Mn	Co	Ni	Zn	Ga	Sr
下流に位置する	0.738**	0.477*	0.632**	0.574**	0.839**	0.62**	0.413*	0.448*	0.584**	0.462*	0.241	0.618*	0.514*	0.143
堆肥を使用する	-0.311	0.012	0.182	0.212	-0.11	0.182	0.485**	0.308	0.257	0.207	0.385	-0.402	0.198	0.439*
洪水を経験した	-0.204	0.266	0.271	0.359*	-0.053	0.209	-0.013	0.33*	0.099	0.284	0.389*	0.015	0.158	-0.283
灌漑用水の汚染	0.035	0.313	0	-0.162	-0.114	-0.294	-0.176	0.031	-0.175	0.357	0.263	-0.026	-0.112	-0.058

3-2 農地土壌の金属汚染に関する因子

土壌の金属汚染に関する因子を特定するために、洪水の前後それぞれで統計解析を行った。すなわち、従属変数（目的変数）を土壌の金属濃度（対数値）とし、独立変数（説明変数）を、集落の位置（市街地より上流か下流か）、洪水の有無、灌漑用水の金属濃度（対数値）、堆肥の使用の有無の4つとして重回帰分析を行った。結果を表1に示す。NaやKをはじめ全11種類の金属については洪水前後ともに都市の下流に位置することが、土壌含有量の有意な正の因子であった。下流の農地では、前述の通り洪水で農地が洗い流されていたにもかかわらず、洪水後もなお、上流に比べてこれらの金属濃度は高いままであった。堆肥の使用については、Sr、Ag、Caで有意な正の因子であった。これらの金属が堆肥に由来して土壌に供給されている可能性がある。洪水の有無についてはLi、Fe、Niが洪水後のみで有意差が見られ、洪水を受けた農地で濃度が上昇した。

4. まとめ

洪水の前後ともに、農地土壌中の多くの金属の含有量は都市の下流に位置する農地で上流よりも高いことが分かった。これは都市からの排水による影響と考えられる。ただし、洪水時にはその含有量は低下することから、土壌中の金属が洗い流される傾向にあった。重回帰分析の結果を見ると、堆肥の使用はCa、Sr、Agの含有量を増加させる因子であった。堆肥の中に実際にそれらの金属が多いかどうか、現在、堆肥サンプルを分析中である。

謝辞：本研究は文部科学省 GRENE プロジェクト、及び JSPS 科学研究費補助金 No. 26240125 による支援を受けた。