

ベトナム・フエ市周辺の洪水に見舞われる農地における微生物汚染

山形大学農学部 非会員○高田優生, 梶原晶彦
フエ大学理学部 非会員 Duong V. Hieu, Pham K. Lieu
山形大学農学部 正会員 渡部徹

1. はじめに

ベトナムでは毎年のように9月から11月の間に大規模な洪水が起こる。発展途上国であるこの国では未だに下水道などの公衆衛生インフラが整っておらず、洪水時にあふれた下水に起因する感染症の流行が珍しくない。2007年11月に記録的な規模の洪水が起こった際、ベトナム中部に位置するフエ市で測定された洪水中的大腸菌濃度は $4.6 \times 10^5 \sim 220 \times 10^5$ MPN/100mlで変動し、ベトナム表流水基準値（日本の河川の環境基準のA類型に相当）である 5.0×10^3 MPN/100mlを大きく上回った。都市域で汚染された洪水に接触することによる感染症発生のリスクについては、その因果関係の明確さから注目を集めてきた一方、都市で高度に汚染された洪水が下流の農業地帯へと流れ下り、農地を汚染する可能性には関心が払われてこなかった。本研究では、フエ市の周辺に広がる農地を対象に、洪水の前後で土壌と野菜および灌漑用水の糞便汚染指標細菌による汚染調査を行った。

2. 方法

2.1 現地調査の概要

現地調査は、平成25年8月（洪水前）および12月（洪水後）に、図1に示すSt.6~38において実施した。調査は、市街地より上流に位置し都市排水の影響を受けないA村（St.15~25）の他、都市の下流では、市街地に近接したB村（St.37,38）の他、近いC村（St.6~14）、遠いD村（St.26~36）の農地を対象とした。

それぞれの調査地点では、土と野菜（生で食べるという理由からレタスを選んだ）そして灌漑に使用されている水を採取した。土と野菜は1地点あたり5サンプルずつ採取した。土のサンプルは畝の表面から採取した。野菜のサンプルは、土を採取した場所のすぐ近くで採取した。肥料などの農業活動による汚染の可能性を考慮するために、4つの村落で1カ所ずつ農地として利用されていない土地からも土のサンプルを採取した（St.13, 25, 36, 38）。

2.2 分析手法

1) 土壌：1つの調査地点から採取された5サンプルからコンポジット試料を作成する。そこから1.0gを取り出し、9mlの滅菌済リン酸緩衝食塩水（PBS）に入れ混合液をつくり、それを滅菌済PBSを用いて適宜希釈する。希釈液を選択培地（ペトロフィルム™培地 E.coli および大腸菌群測定用 EC プレート、3M™）を用いて培養し、大腸菌群および大腸菌のコロニーを検出、計数する。

2) 野菜：野菜の分析にはスワブ法を用いた。葉表面を市販のキットで拭き取り、滅菌済PBSが入った容器の中で振り混ぜ試料液を作成する。土の場合と同様に、5個の試料液からコンポジット試料を作った。これを適宜希釈して、上記の選択培地を用いて培養し、大腸菌群および大腸菌のコロニーを検出、計数する。

3) 灌漑用水：サンプルを滅菌済PBSにより適宜希釈し、メンブレンフィルター（37mm モニター、ADVANTEC）でろ過する。ここに選択培地（ChromoCult^R Coliform Agar ES, Merck Millipore）を加えて培養し、大腸菌群および大腸菌のコロニーを検出、計数する。

3. 結果および考察

各調査地点で採取された土壌から検出された大腸菌および大腸菌群のコロニー数を図2に示す。

検出結果を4つの村落別に比較すると、8月ではA村でやや大腸菌群数が小さく、また大腸菌が検出された地点の数も少なかった。このことより、洪水前では市街地より上流の農地の微生物汚染の程度が比較的低いことが分か

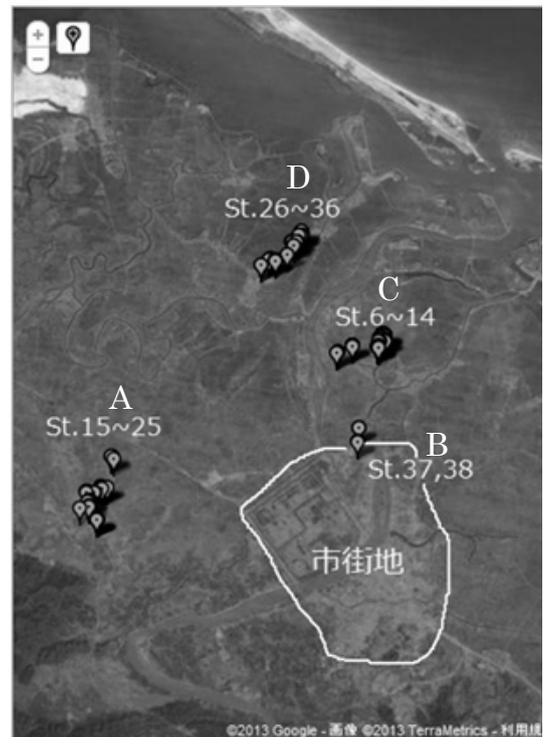
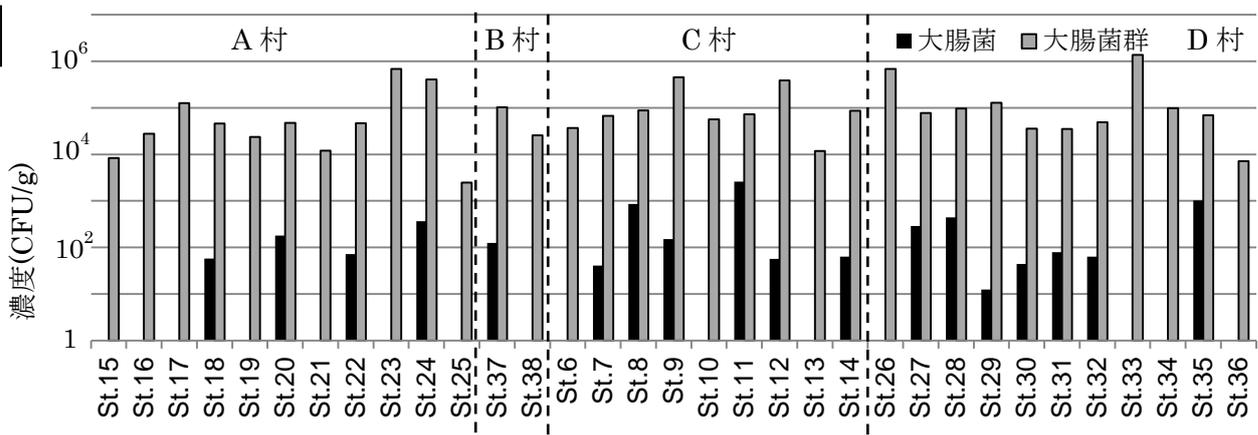


図1. サンプリング地点

キーワード：洪水、農地、大腸菌、ベトナム、野菜

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

8月



12月

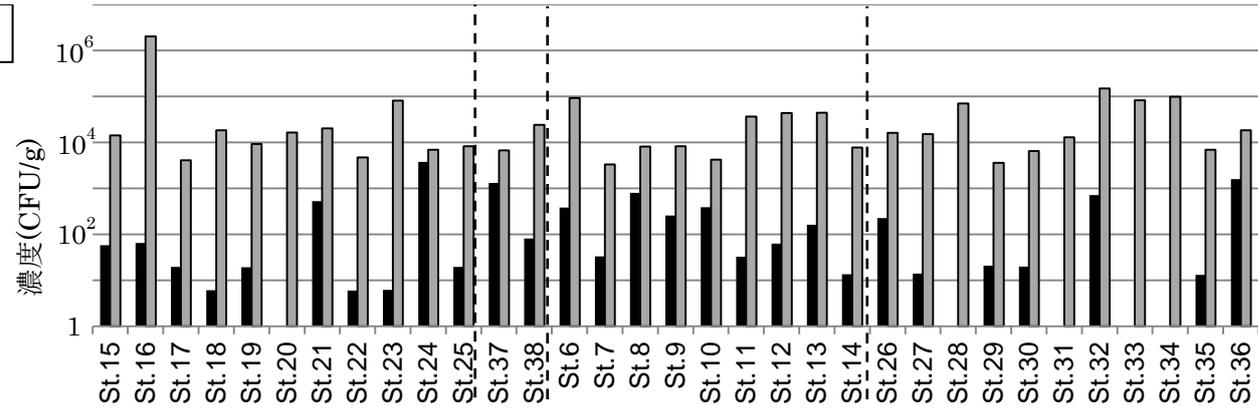


図2. 土壌からの大腸菌と大腸菌群の検出結果

る。C村とD村においては、汚染の程度に大きな差は見られなかった。洪水後の12月では、C村およびB村の大腸菌の汚染度が比較的高く、D村の汚染度が低かった。すなわち、下流域では市街地に近いほど汚染度が高い傾向があるとと言える。農地以外の地点 (St.13, 25, 36, 38) では、8月に大腸菌が検出されなかったが、12月では逆に全て検出されているため、洪水により汚染が拡散されたことが分かる。

野菜 (データは掲載せず) は、8月の大腸菌群の汚染度が上流から下流へ進むにつれ高くなる傾向が伺えた。12月のデータは、採取出来たサンプル数が少ないが、大腸菌および大腸菌群が検出されない地点が多かった。

灌漑用水 (データは掲載せず) に関しては、C村での大腸菌群および大腸菌の濃度が高く、特に表流水である St.8、St.10、St.14 の汚染度が高かった。この傾向は8月と12月で共通していた。表流水が糞便に汚染される原因としては、地域の住居からのトイレ排水もあるが、D村の表流水の汚染度が低いことから、人口が集中する市街地からの排水による影響が大きいと考えられる。下流に位置するC村とD村の間で灌漑用水の汚染度が異なるのにも関わらず、8月では土や野菜の汚染度に差がなかったことから、灌漑用水以外の汚染源の影響が無視できない。同じく8月に農地以外の地点 (St.13, 25, 36, 38) の汚染度が明らかに低いことから、自家製の堆肥利用などの農業活動の影響が汚染の原因となっている可能性が高い。

4. まとめ

測定結果から、洪水後には土壌と灌漑用水の大腸菌濃度が上昇したため、洪水が土壌と灌漑用水の汚染原因となることが分かった。洪水後の下流の村落を比べると市街地に近づくほど汚染度が高い傾向にあることから、都市からの排水の影響を受けていることが分かった。また、洪水前は農地以外に使われている土地では大腸菌が検出されなかったが、洪水後には検出されたことから、洪水による汚染地域の拡大が伺われる。洪水後の野菜の汚染度については全体的に低かったが、これは野菜表面が雨季の降雨で洗浄されてしまうことが原因であろう。

今回の調査で示唆された農業活動に起因する汚染の可能性に関しては、調査対象とした農地における自家製堆肥の使用や灌漑方法などに関するインタビュー調査結果から、統計学的方法を用いて有意な因子を特定していく予定である。

謝辞: 本研究は、文部科学省グリーン・ネットワーク・オブ・エクセレンス (GRENE) 事業による研究課題「気候、土地利用、人口の変化が引き起こす新たな健康リスクの予測モデル構築とその検証に関する研究基盤形成」の一環で行われた。また、JSPS アジア・アフリカ学術基盤形成事業の支援も受けた。

参考文献: 1) ホワンティーマイ, 渡部徹, 福士謙介, 小野あをい, 中島典之, 山本和夫, 発展途上国都市における洪水を原因とする水系大腸菌感染症のリスク評価, 水環境学会誌, 34(10), 153-159, 2011