

ミャンマー国インレー湖のトマト水耕栽培による汚濁負荷量の推定

東洋大学大学院 / パシフィックコンサルタンツ株式会社 正会員 ○湯浅 岳史

東洋大学 国際共生社会研究センター 正会員 眞子 岳

NPO 法人 地球市民の会 非会員 柴田 京子, Sai Tun Aye

東洋大学 フェロー会員 松丸 亮

1. はじめに

インレー湖はその風光明媚さ故にミャンマーでも有数の観光名所であるが、近年、渇水、森林消失と土壤流出、水質悪化など、流域および湖の環境悪化が懸念されている。湖の水質保全のためには、湖への流入負荷量を把握し、それに応じた対策を適切に講じることが重要となるが、流入河川経由の負荷量は先行研究により推定されている一方、比較的大きいと想定される湖への直接流入負荷量を算定した研究は少ない。

湖への直接流入域における代表的な負荷源は、湖上および湖周辺の住宅およびホテル、湖岸部の浮畑（水耕栽培）である。このうち浮畑は、インレー湖内における特徴的な土地利用形態であり湖岸部に広範に分布し、住民の生業である営農の場である一方で、大きな負荷源の一つであると想定される。

本稿では、現地の農家および肥料店に聞き取りを実施し、浮畑から排出される汚濁負荷量を推定した。なお、インレー湖周辺の浮畑では種々の品目が栽培されているが、中でもトマトは地域の名産であり栽培面積の大部分を占めるため、本稿ではトマト畑に着目した。

2. 施肥量の推定

トマト畑からの排出負荷量は、畑に投入される負荷量と畑から持ち出される負荷量の差で算出できる。畑に投入される負荷量の大部分は施肥によるものと考えられることから、施肥による畑への負荷投入量を、トマト農家および肥料店への聞き取りに基づき推定する。

2.1 肥料種類と肥料成分

農家および肥料店への聞き取りから、主に用いられる肥料は 20-10-10（N、 P_2O_5 、 K_2O の含有比率がそれぞれ 20%、10%、10%、以下「肥料 A」と、15-15-15（同 15%、15%、15%、以下「肥料 B」と呼ばれるものであった。それぞれに含まれる成分量から、50kg 袋 1 袋あたりの窒素・りん含有量は、肥料 A が窒素 10.0kg、りん 1.64kg、肥料 B が窒素 7.50kg、りん 1.09kg となる。



図1 浮畑（トマト畑）での農業の風景



図2 浮畑の畝に植えられたトマト



図3 トマト農家への聞き取り

2.2 単位面積あたり畝長

衛星写真からトマト畑の単位面積あたり畝長を算出した結果、単位面積あたり畝長は 1ha あたり 2,530m となった。

キーワード 閉鎖性水域、農業系負荷、水耕栽培、水質汚濁、汚濁負荷量、流域管理

連絡先 〒101-8462 東京都千代田区神田錦町 3-22 パシフィックコンサルタンツ株式会社 TEL 03-6777-3713

2.3 肥料投入量

トマトの栽培時期は7~9月, 3~5月の年2回であり, 肥料Aはトマトが苗の時期に2-3回, 肥料Bはその後収穫までの時期に7-8回使用されるとのことであり, 一年間での施肥回数を肥料Aは5回(2.5回×2期), 肥料Bは15回(7.5回×2期)と設定する.

また, 同じく聞き取りによると, 概ね畝長360mに対して50kg肥料一袋が使用される. 単位面積あたりの畝長が2,530m/haであるから, 1haあたり6.53袋を1回の施肥で用いることになるため, 1年間の肥料使用量は, 以下の通り計算される.

$$\text{肥料A} : 6.53 \text{ 袋/ha/回} \times 5 \text{ 回/年} = 32.7 \text{ 袋/ha/年}$$

$$\text{肥料B} : 6.53 \text{ 袋/ha/回} \times 15 \text{ 回/年} = 98.0 \text{ 袋/ha/年}$$

2.4 投入負荷量

肥料成分および年間肥料投入量から, それぞれの肥料により年間に投入される窒素・リンの負荷量は以下の通り計算される.

肥料Aによる投入負荷量:

$$\text{窒素} : 10 \text{ kg/袋} \times 32.7 \text{ 袋/ha/年} = 327 \text{ kg/ha/年}$$

$$\text{リン} : 1.64 \text{ kg/袋} \times 32.7 \text{ 袋/ha/年} = 53.6 \text{ kg/ha/年}$$

肥料Bによる投入負荷量:

$$\text{窒素} : 7.5 \text{ kg/袋} \times 98.0 \text{ 袋/ha/年} = 735 \text{ kg/ha/年}$$

$$\text{リン} : 1.09 \text{ kg/袋} \times 98.0 \text{ 袋/ha/年} = 106.8 \text{ kg/ha/年}$$

年間投入負荷量(肥料A+肥料B):

$$\text{窒素} : 1,060 \text{ kg/ha/年}$$

$$\text{リン} : 196 \text{ kg/ha/年}$$

3. トマト畑からの排出負荷量の推定

トマト畑からの排出負荷量は, 畑に投入された負荷量と畑から持ち出された負荷量との差で計算される.

3.1 畑からの持出負荷量

畑から持ち出される負荷量の大部分はトマト植物体としての持ち出しによると考えられる. 小宮山ら²⁾によると, 条件の異なる7処理区で生育したトマトの地上部の養分吸収量が, 平均値で1株あたり窒素が8.14g, リンが0.763gである. 現地観測に基づき, 畝1mあたりのトマト株数を16株と設定すると, 単位面積あたりのトマト株数は, 以下の通りである.

$$16 \text{ 株/m} \times 2,530 \text{ m/ha} = 40,480 \text{ 株/ha}$$

この株数と小宮山らの推定吸収量を用いると, 単位面積あたりの持出負荷量は, 以下の通り推定される.

$$\text{窒素} : 8.14 \text{ g/株} \times 40,480 \text{ 株/ha} = 329.5 \text{ kg/ha/年}$$

$$\text{リン} : 0.763 \text{ g/株} \times 40,480 \text{ 株/ha} = 30.9 \text{ kg/ha/年}$$

3.2 畑からの排出負荷量

この持出負荷量投入負荷量の差分から, トマト畑からの排出負荷量は以下の通り推定される.

$$\text{窒素} : 1,060 - 329.5 = 730.5 \text{ kg/ha/年}$$

$$\text{リン} : 196 - 30.9 = 165.1 \text{ kg/ha/年}$$

3.3 日本の畑地排出負荷量との比較

日本において湖沼水質保全計画を策定している11湖沼の畑地からの汚濁負荷量原単位は, 窒素で2.4~52.6(平均29.5)kg/ha/年, リンで0.20~0.65(平均0.36)kg/ha/年であり³⁾, 本稿で試算した排出負荷量と比較して非常に低い値となっている. これは, 日本においては畑地を水耕栽培ではなく土壌作付を想定しているため, 湖沼への流達過程で土壌・地下水による吸着や還元脱窒を経る想定で負荷量原単位が設定されているためである. 特にリンは土壌粒子に吸着されやすいため, 土壌を経由すると流達率は非常に低くなる.

これに対して, 浮畑での水耕栽培では, 流達過程での窒素・リンの変化・低減は小さく, 浮畑からの排出負荷量の大部分が湖の水質に直接的に影響するため, 浮畑が水質汚染の主要因の一つとなっている可能性が高い.

4. おわりに

筆者らがこれまで実施してきたインレー湖の水質調査等から, 湖の水質測定値は非常に高い汚濁レベルにあるものの, 湖に広く分布する水草の浄化効果等により湖の清澄性は高く保たれていると考えられる. しかしながら, 今後浮畑等からの栄養塩負荷が増大すると, 水質が極端に悪化することが懸念される. 今後, 詳細な水質調査やシミュレーション解析によりこの点を検討・確認する予定である.

これに加え, 筆者らは住民参加型の水質改善プロジェクトに取り組んでおり, 住民の生業である農業生産と両立する形で栄養塩負荷を適正化する対策を提案, 実践していきたいと考えている.

参考文献

- 1) Norwegian Institute for Water Research (NIWR) (2017). Integrated Water Resources Management in Myanmar Assessing ecological status in Inle Lake Preliminary report.
- 2) 小宮山 鉄兵, 藤澤 英司, 新妻 成一, 加藤 雅彦, 森国 博全 (2009): 隔離床栽培における土壌可給態リン酸がトマトの養分吸収に与える影響, 日本土壌肥科学雑誌, 80(5), p.516-521
- 3) 国土交通省水管理・国土保全局下水道部 (2015): 流域別下水道整備総合計画調査 指針と解説