

# B-77 統計資料と地理情報を用いた高知県における 農業系窒素動態の推計

○松岡 真如<sup>1\*</sup>・増田 貴則<sup>2</sup>・長谷 隆仁<sup>3</sup>・山田 正人<sup>4</sup>・  
前田 守弘<sup>5</sup>・藤原 拓<sup>1</sup>

<sup>1</sup>高知大学教育研究部自然科学系農学部 (〒783-8502 高知県南国市物部乙200)

<sup>2</sup>鳥取大学大学院工学研究科 (〒680-8550 鳥取市湖山町南四丁目101番地)

<sup>3</sup>埼玉県環境科学国際センター 資源循環研究領域 (〒347-0115 埼玉県加須市上種足914)

<sup>4</sup>国立環境研究所 循環型社会・廃棄物研究センター (〒305-8506 つくば市小野川16-2)

<sup>5</sup>岡山大学大学院環境学研究科 (〒700-8530 岡山市北区津島中3-1-1)

\* E-mail: msykmto@kochi-u.ac.jp

## 1. はじめに

地下水窒素汚染の一要因として、施肥等による地下水への窒素の供給が挙げられており、クリーニング作物を用いた窒素の面的浄化に関する研究が実施されている<sup>1)</sup>。浄化作用を面的に評価し、広域に導入した際の効果を見積もるための第一歩として、本研究では統計資料と地理情報を用い、2005年の高知県を対象として、農業系窒素動態の推計を行なった。

## 2. 方法

### (1) 概要

本件研究では図1に示す窒素動態のフローに基づき、各項目ごとの窒素量を原単位法により推計した。

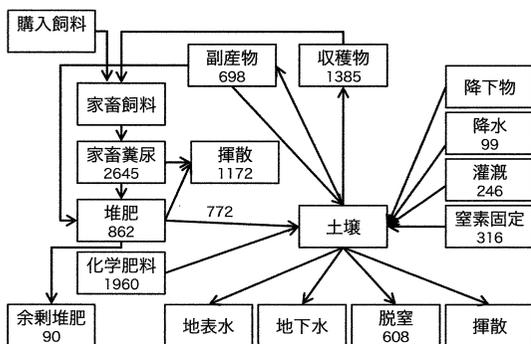


図1 本研究の農業系窒素動態のフロー (数値は t/y)

### (2) 計算方法

#### a) 収穫物・副産物

ここでは、農作物のうち食料や飼料として利用される

部分を収穫物、また収穫物以外の地上部を副産物と称する。収穫物の窒素量は、高知県統計書<sup>2)</sup>に記載される作物別の生産量と、都道府県の施肥基準値及び堆肥の施肥基準値のデータベース<sup>3)</sup>に含まれる、作物収穫物中養分含有量データベースを用いて計算した。対象とした農作物は8種の穀物、31種の野菜、茶(1種)、13種の果物、および3種の飼料作物であり、花きについては養分含有量が不明であったため解析を行なわなかった。

副産物の窒素量は上記の含有量データベースに含まれる「収穫物の養分量に対する収穫物以外の地上部の養分量の割合」から推定した。ただし、この割合が不明である作物については推定が行なえず、結果として穀物7種、野菜20種と茶を推定するにとどまった。

#### b) 家畜糞尿・堆肥・揮散・化学肥料

家畜糞尿中の窒素量は、農林業センサス<sup>4)</sup>に記載される家畜の種類別頭羽数と、文献<sup>5)</sup>に記載される家畜排泄物量推定のための原単位を用いて推計した。

堆肥中の窒素量については、高知県の畜産<sup>6)</sup>に記載される家畜ふん堆肥の生産量(2007年)と、堆肥中の窒素量および含水率<sup>7)</sup>より求めた。また同資料に記載される堆肥の利用量を元に、余剰堆肥中の窒素量についても計算した。

糞尿および堆肥から揮散する窒素については、文献<sup>7)</sup>に記載される窒素揮散率(ただし複数ある再資源化方式の中から混合・堆肥の数値を合算して利用)と文献<sup>8)</sup>の家畜糞尿発生量から求めた。

化学肥料として施肥される窒素量は高知県統計書<sup>2)</sup>に含まれる農業用化学肥料使用量をもとに、表4の窒素含有率を乗じて計算した。

c) 降水・灌漑・窒素固定・脱窒

降水に伴う窒素の供給については高知県における年間降水量の平均値(4300 mm), 雨水中の窒素含有率(0.656 mgN/l)<sup>7)</sup>, および作付面積(3519 ha)<sup>9)</sup>を用いて計算した。ただし, 作付面積は野菜・茶・飼料作物の作付面積からハウス・ガラス室の面積<sup>9)</sup>を減じたものとした。

灌漑については水稻のみを対象とし, 水稻栽培における用水灌漑による窒素供給量(17.7 kgN/ha)<sup>7)</sup>に水稻作付面積(13900 ha)<sup>9)</sup>を乗じて求めた。

窒素固定の量については水稻, 大豆, 小豆, まめ科牧草, 混播牧草の窒素固定量<sup>7)</sup>と作付面積<sup>9)</sup>から推計した。

土壌からの脱窒量は水稻の年間脱窒量を 40kgN/ha, 水稻以外の農地を 10kgN/ha として<sup>7)</sup>, これにそれぞれの作付面積を乗じて算出した。

d) 推定されなかった項目

図1に示す農業系窒素動態のフローにおいて, 購入飼料を含む家畜飼料, 大気からの(乾性)降水物, 地下水, 地表水, および土壌からの揮散に伴う窒素量については資料不足から推計されなかった。

(3) 空間分布の推定

窒素動態を把握する上では, その空間的な分布を考慮することが必要となる。県全体の量を各地域に振り分ける際には, 空間分布が明らかになっている何らかの数値を基準として按分する方法が一般的である。ここでは, 農林業センサスの農業集落データ<sup>4)</sup>を用いて按分を行なった。このデータは農林業センサスの集計値が, 県, 市町村, 農業集落といった異なる空間スケールで記載されており, また地図データも利用できるといものである。このデータの中から, 収穫物と副産物については作物別の作付面積を, 糞尿・堆肥については家畜の飼養頭数を使用した。

3. 結果と考察

(1) 概要

推計された県全体の窒素動態を図1に示す。数字のない部分は未推計である。現時点で農地土壌へ入る窒素量は堆肥, 化学肥料, 降水, 灌漑, 窒素固定の合計で3393tであり, 土壌から出る量は収穫物, 副産物, 脱窒の合計で2691tである。差し引き702t(入る量の21%)が土壌に残っている計算となっている。

施肥(堆肥+化学肥料)による窒素量は2822tである。施肥基準に高知県の施肥基準<sup>9)</sup>に基づけば, 現在の収穫量を得るために投入されるべき窒素量は2394tであり, およそ428tの過剰施肥となっている。地表水, 地下水, 土壌からの揮散, 大気降水物に伴う窒素の移動量が不明であるため, 詳細な考察はできないが, 現時点では大きな矛盾は見られない。

(2) 項目ごとの推計結果

a) 収穫物・副産物

農作物の種類別に見た収穫物と副産物の推計結果を表1に示す。果樹については副産物の窒素量が不明であるが特に柑橘類の生産と加工が盛んな高知県においては, 搾汁後の果皮の発生量などを見積もってゆく必要があると考えられる。

表1に示す穀物, 野菜, 茶について, 作物別に見た収穫物と副産物の窒素量を図2に示す。生産量の多い水稻がいずれにおいても60%以上を占めている。資料不足から副産物の窒素量が推定されない作物として, 高知県で生産が盛んな, ニラ, ショウガ, ピーマン, シシトウ, オクラなどが挙げられ, 収穫物の窒素量で見て, 12%の作物について副産物の窒素量が推計できていない。

表1 農作物種類別の窒素量

	窒素量(t)	
	収穫物	副産物
穀物・野菜・茶	1191	698
果樹	35	不明
飼料作物	159	不明
合計	1385	698

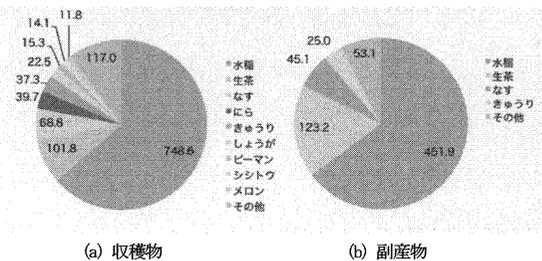


図2 収穫物・副産物の窒素量(t/y)

b) 家畜糞尿・堆肥・揮散・化学肥料

家畜糞尿中の窒素量の推計結果を表2に示す。糞尿中の窒素量原単位は推計結果を左右する大きな要因である。牛についてはより大きな原単位を使用している研究例も見られる<sup>7)</sup>。

表2 家畜糞尿中の窒素量

家畜の種類	細分項目	頭羽数	窒素量(gN/頭(羽)/日)		窒素量(tN/y)
			ふん	尿	
乳用牛	2歳以上	3873	152.8	152.7	431.9
	2歳未満	1682	38.5	57.8	59.1
肉用牛	和牛 子取り用めす牛	1432	62.7	83.3	76.3
	和牛 肥育中の牛	2019	62.7	83.3	107.6
	和牛 子牛	514	67.8	62.0	24.4
	交雑種 肥育中の牛	345	62.7	83.3	18.4
	交雑種 子牛	125	67.8	62.0	5.9
	乳用種 肥育中の牛	1482	64.7	76.4	76.3
豚	乳用種 子牛	149	67.8	62.0	7.1
	子取り用めす豚	3245	11.0	40.0	60.4
採卵鶏	肥育中の豚	28136	8.3	25.9	351.2
	子取り用めす豚	452162	3.3		541.3
ブロイラー	925750	2.6		885.3	
合計					2645.2

堆肥中の窒素量の推計結果を表3に示す。堆肥中の窒素量はばらつきが大きく, 本研究で使用した資料<sup>9)</sup>の中

でも、例えば牛の堆肥では最小0.2、最大5.0、平均1.9、標準偏差0.7（試料数400）と大きなばらつきがある。糞尿の成分に加え、畜舎で使用される稲わら、おがくずなどの敷料(堆肥の副資材)によっても成分量が変わるため、正確な推定を難しくしている。

化学肥料中の窒素量を表4に示す。化学肥料として投入される窒素量は、堆肥のおよそ2.5倍となっており、中でも高度化成肥料による投入量が多い。

作物による窒素固定量を表5に示す。まめ科牧草の作付面積が不明ではあるが、全体として窒素固定の量は少ないと考えて差し支えないであろう。

表3 堆肥中の窒素量

種類	堆肥量(t)		堆肥中の成分		窒素量(t)	
	生産量	利用量	窒素量(乾物%)	含水率(現物%)	生産量	利用量
乳用牛	44162	40290	1.9	54.8	379.3	346.0
肉用牛	13407	12344	1.9	54.8	115.1	106.0
豚	6301	4233	3.0	40.2	113.0	75.9
採卵鶏	4121	4091	3.2	25.1	98.8	98.1
ブロイラー	6488	6088	3.2	25.1	155.5	145.9
堆肥センター	14094	14058	不明	不明	不明	不明
合計	88573	81104			861.7	771.9
					余剰窒素量	89.8

表4 化学肥料中の窒素量 表5 窒素固定による窒素量

種類	使用量(t)	窒素含有率		窒素量(t)	作物	窒素固定量(kgN/ha)	作付面積(ha)	窒素量(t)
		(%)	(%)					
硫酸	606	21	128		水稲	20	13900	278.0
石灰窒素	328	21	69		大豆	120	203	24.4
尿素	213	47	99		小豆	50	47	2.4
硝安	23	35	8		まめ科牧草	180	不明	不明
塩安	11	26	3		混播牧草	18	606	10.9
普通化成	1464	7	102		合計			315.6
高度化成	7492	14	1049					
液肥	1283	8	103					
配合肥料	4980	8	398					
合計			1960.0					

### (3) 空間分布の推定

空間分布の推定結果の例として、市町村別の収穫物(ただし穀物・野菜・茶について)の窒素量分布を図2に示す。また、より空間スケールの小さい、農業集落別の図(南国市付近)を図3に示す。空間に按分する際、市町村単位、農業集落単位の作物別作付面積を使用しているが、空間スケールが細くなるに従い秘匿となる面積が増えるため、市町村別では1191t中の1021t、農業集落別では917tが按分される結果となった。家畜糞尿ではより顕著であり、乳用牛を例にとると県全体では5555頭であるが、市町村別では4162頭、農業集落では894頭に減少し、空間分布のための按分を困難にしている。

### 4. まとめ

本報では統計資料と地理情報を用いて高知県における農業系窒素動態とその空間分布を推計した。今後の精度向上には以下の点が特に重要である。

- ・家畜飼料、地下水、地表水など未推計項目への対応
- ・農作物における作物別情報の充実
- ・地域性を反映した原単位の更新

### ・空間分布の推定方法の改善

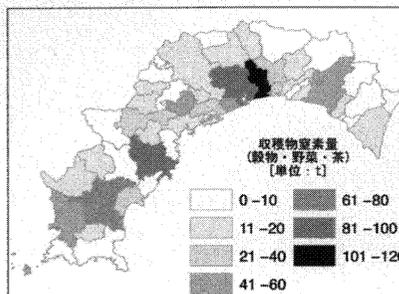


図2 市町村別の収穫物窒素量の分布(穀物・野菜・茶)

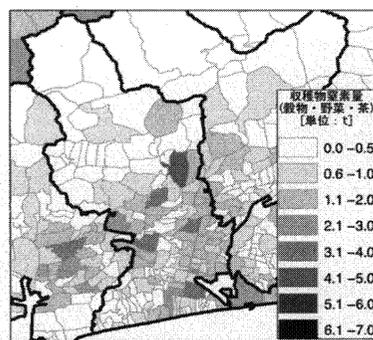


図3 農業集落別の生産物窒素量の分布

謝辞：本研究はJST, CRESTの補助によって実施された。

#### 参考文献：

- 1) 藤原拓；JST CREST（気候変動を考慮した農業地域の面的水管理・カスケード型資源循環システムの構築），<http://www.cc.kochi-u.ac.jp/~fujiiwarat/newpage2crest.html>
- 2) 高知県総務部統計課；高知県統計書（平成19年度版），<http://www.pref.kochi.lg.jp/~toukei/toukeisho/index.htm>, 2007.
- 3) 中央農業総合研究センター；都道府県の施肥基準値及び堆肥の施肥基準値のデータベース，<http://www.naro.affrc.go.jp/patent/program.html>, <http://narc.naro.affrc.go.jp/chousei/shiryuu/kankou/houkoku/hokoku-12-2.pdf>, 2009.
- 4) 財団法人農業統計協会；2005年農林業センサス（農林業経営体調査一覧表CD-R版および農業集落地図データ），2008.
- 5) 西尾道徳；環境保全と新しい畜産，農林水産技術情報協会，1997.
- 6) 高知県農業振興部畜産振興課；高知県の畜産，<http://www.pref.kochi.lg.jp/uploaded/attachment/8578.pdf> , 2009.
- 7) 農村工学研究所；バイオマス利活用システムの設計と評価（第5部 家畜系バイオマスに関するモデルと国レベルの窒素循環モデル），[http://www.nkk.affrc.go.jp/soshiki/soshiki04-sogo/07\\_shigenjyunkan/sekkeitoheyouka.html](http://www.nkk.affrc.go.jp/soshiki/soshiki04-sogo/07_shigenjyunkan/sekkeitoheyouka.html), 2006.
- 8) 高知県環境農業推進課；高知県施肥基準，2010.