

# ベトナムダナン市における尿の農業利用可能性 およびその影響に関する研究

安達理央太

キーワード: 尿利用、リン、ストラバイト、農業、水環境、ダナン

## 1. 背景と目的

リン (P) や窒素 (N) は農業に必要不可欠な栄養塩である一方、表流水中に過剰に流出し富栄養化などの環境問題を引き起こしている。このような問題を受け、栄養塩循環および水環境の双方に益する対策として尿の農業利用が見直されている。将来的に大幅な変化が予想される途上国の栄養塩循環においても、尿の農業利用は適切な栄養塩および水環境管理の手法として大きな役割を果たしうると考えられる。本研究では、ベトナムダナン市において尿の農業利用可能性とその影響を調査することによって、環境都市を目指すダナン市の持続可能な発展に資することを目的とした。

## 2. 方法

尿の利用形態として希釈尿とストラバイト（尿への Mg 添加によって生成する沈殿物）を設定した。前者は窒素も含めた栄養塩の循環効率の高さ、後者はリンの回収効率および扱いやすさをそれぞれ考慮したものである。

### (1) 尿の農業利用可能性

アンケートによって現地農家（計 26 名）の尿利用に対する意識調査を行った。また、栄養塩含有量をもとに尿・ストラバイトの経済価値、ストラバイトの原料コストを算出し、ダナンでの尿の利用可能性調査の一環とした。

### (2) 尿の農業利用の影響

ダナンでの人尿の成分およびストラバイトの成分を実験によって明らかにし、その結果にもとづき「現在使用されている化学肥料の尿による代替」、「表流水へのリン負荷」および「尿/ストラバイト運搬時の CO<sub>2</sub> 発生量」に関してシナリオ分析を行った。シナリオの内容は以下の通りである。

・Urinal シナリオ：全人口のうち男性の尿のみを回収し、農業に利用する

・UD シナリオ：し尿分離（Urine Diversion, UD）トイレの導入により全人口分の尿を回収し、農業に利用する

## 3. 結果と結論

訪問した農家のうち、尿利用に対しては 48%、ストラバイト利用に関しては 73% が肯定的であった。尿およびストラバイトの経済価値、コストを表 1 に示す。また、シナリオ分析によって以下のことが明らかになった（図 1 に一部記載）。

- ・「UD シナリオ+希釈尿利用」で栄養塩の農地還元が最大となり、現状での肥料による供給のうち窒素 100%、リン 41% が尿によって代替可能である
- ・上記シナリオにおいて水域へのリン負荷も最小となり、現状に比べ 44% の負荷削減が見込める
- ・運搬時の発生 CO<sub>2</sub> に関してはストラバイトが非常に優れている。発生量は UD シナリオにおいて 4 トン/年（希釈尿利用時の約 2000 分の 1）であった。また、リンの運搬形態としても効率的である以上のように、尿の農業利用はダナンにおいて多くの好影響を及ぼす可能性がある。しかしながら経済的に利用可能であるとは現状では言い難く、今後より詳細なコスト分析が必要である。

表 1 栄養塩含有量にもとづく

経済価値		
項目	単位	値
尿	USD/m <sup>3</sup>	12.1
希釈尿	USD/m <sup>3</sup>	1.2
ストラバイト	USD/kg	0.4
ストラバイト原料コスト	USD/kg	0.8

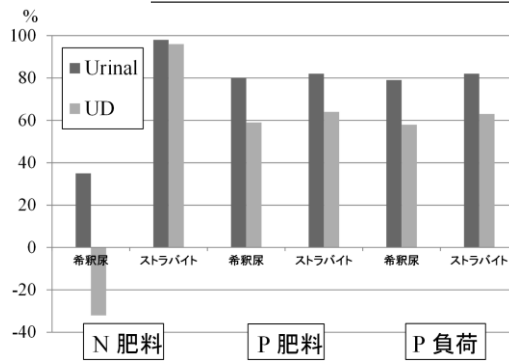


図 1 尿利用による影響（化学肥料消費量およびリン負荷、現状を 100% とする）

