

水稲および水田転作作物を利用した かんがい水中硝酸態窒素の浄化

鹿児島県農業試験場 土壤肥料部

主任研究員 上 菌 一 郎

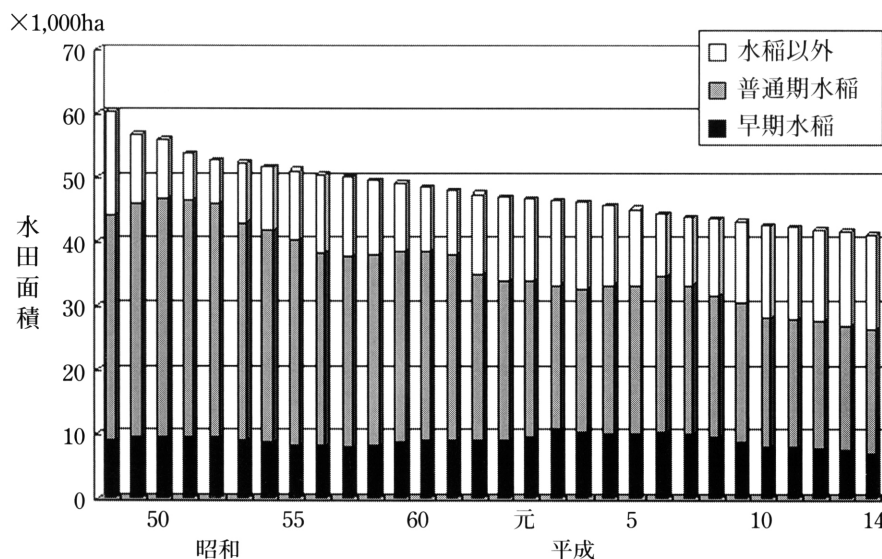
1. はじめに

鹿児島県の農耕地面積は127,700haで、そのうち水田面積は32%を占める。図1に示すとおり、昭和48年に60,000haあった水田面積は、昭和58年には50,000haを割り、その後も減少が続き、平成14年には41,100haまで減少した。本県の水稲栽培型には、温暖な気象条件を活かした早期水稲、そして普通期水稲があり、減少が著しいのは普通期水稲である。早期水稲は温暖な海岸沿いの平坦地に広がり

1筆当たりのほ場面積も広いのに対して、普通期水稲はいわゆる中山間地域に分布し、立地および

水利条件が不利であるうえ、高齢化等による労働力不足によって耕作放棄田が増加している。

図1. 鹿児島県における水田面積の推移



本号の内容

§ 厳しい環境の中で変わる農業生産.....	1
	チッソ旭肥料株式会社 社 長 竹 田 博
§ 水稲および水田転作作物を利用した かんがい水中硝酸態窒素の浄化.....	2
	鹿児島県農業試験場 土壤肥料部 主任研究員 上 菌 一 郎
§ 肥料の常識・非常識 (9)	7
	越 野 正 義
§ 水稲の育苗箱全量施肥専用肥料「苗箱まかせ」の普及、急速に拡大.....	8
— 売れる米づくりを目指す —	
	八甲田農業協同組合 営農部長 田 嶋 恒
	(八甲田農業協同組合 総務部 総務課 広報担当 鶴ヶ崎 優貴子)

一方、水稻は湛水という特殊な栽培環境のため、ダム機能、脱窒など環境保全および浄化に貢献する機能を兼ね備えていることが知られている。特に、水田の脱窒作用は環境保全的見地から、河川水およびかんがい水中に流入した高濃度の硝酸態窒素を除去する技術としても注目されている。

本県は畜産をはじめ露地および施設野菜、茶および果樹等の永年作物など、様々な形態の農業が盛んで、畜産廃棄物および農耕地から流亡した肥料成分によって、河川の水質が汚染される危険性が高い。このため、水田の有する水質浄化機能を維持していく必要がある。

このような背景の中、水田の多面的機能を活かした有効利用法を開発することを目的として、水稻および水田転作作物（飼料稲、サトイモ）栽培におけるかんがい水中硝酸態窒素の浄化能を調査したので、その概要を紹介する。

2. 試験の概要

試験は鹿児島県農業試験場内のシラス水田土壌で行った。かんがい水に ^{15}N 標識硝酸カリウムを添加して、かんがい水硝酸態窒素濃度を 10mgL^{-1} に調整し、水稻および飼料稲は湛水条件で、サトイモは定期的に畦間かんがいし、かんがい水由来窒素の作物吸収量、土壌残存量、溶脱量を定量した。

1) 水稻

水田内に、水田シラス土壌を深さ 0.25m 充填した有底の枠を埋設し、基肥窒素 $4.0\text{g}\text{m}^{-2}$ +穂肥窒素 $3.0\text{g}\text{m}^{-2}$ の慣行施肥条件下で、普通期水稻‘ヒ

図2. 水稻栽培試験終了時の様子



ノヒカリ’を栽培した。移植は6月中旬、収穫は10月上旬に行った（図2）。

2) 飼料稲

飼料稲はここ数年、栽培面積が増加傾向にある作物で、平成15年には23市町村で486戸の農家によって145haが作付けされた。供試品種は‘モーれつ’で、水稻と同一施肥条件で栽培した。‘モーれつ’は系統名KB3506のインド型品種で、繊維質が柔らかいため牛の嗜好性が良い（図3）。

図3. 飼料稲‘モーれつ’の収穫状況

生育が旺盛で、収穫時には草丈が130cm程度まで大きくなるが、秆が強固なため、倒伏しにくい。



3) サトイモ

サトイモは代表的な好水分作物で、かんがい効果が大きい。本県におけるサトイモ栽培面積は平成14年度で1,100ha、このうち水田転作分は約1

図4. サトイモの生育状況



割の103haを占める。生産量は14,000tで、千葉県、宮崎県、埼玉県に続き全国第4位の地域特産作物である。

供試品種は‘大野芋’で、栽培型は4月下旬定植、10月下旬収穫の普通掘りとした。施肥窒素量は慣行施肥量の 15gm^{-2} を全量基肥で施用し、かんがい量は1回当たり 60Lm^{-2} を栽培期間中に11回、畦間かんがいをした。また、かんがいは後は湛水状態で放置し、翌日、枠の底部に取付けた蛇口を開放して浸透水を回収した(図4)。

3. 結果と考察

1) 水稲

試験期間中の総かんがい量は 500Lm^{-2} で、かんがい水から供給された総窒素量は 5.0gm^{-2} であった。本試験は有底の枠内で栽培し、かけ流しや地下浸透等がなかったため、圃場栽培に比べて、かんがい水必要量が少なかったものと考ええる。一般に、水稲栽培期間中には、 $1,000\sim 1,500\text{Lm}^{-2}$ 程度

表1. 植物体の全窒素吸収量およびかんがい水由来窒素吸収量 (m^2 当たり)

項目 部位	乾物重	全窒素 含有率	全窒素 吸収量	かんがい水 由来窒素 吸収量	寄与率 ^{注1)}	利用率 ^{注2)}
	g	%	g	g	%	%
稲わら	517	0.57	2.95	0.34	11.7	6.87
もみ	490	1.26	6.15	1.01	16.4	20.2
合計	1,007		9.10	1.35	14.9	27.1

注) 1:寄与率=かんがい水由来窒素吸収量/全窒素吸収量

2:利用率=かんがい水由来窒素吸収量/かんがい水由来窒素供給量

表2. 植物体の全窒素吸収量およびかんがい水由来窒素吸収量 (m^2 当たり)

項目 部位	乾物重	全窒素 含有率	全窒素 吸収量	かんがい水 由来窒素 吸収量	寄与率	利用率
	g	%	g	g	%	%
稲わら	976	0.77	7.45	1.12	14.6	14.3
もみ	272	1.02	2.76	0.48	17.1	6.1
合計	1,248		10.21	1.60	15.9	20.4

のかんがいが行われ、かんがい水窒素濃度が 10mgL^{-1} の場合、かんがい水から供給される窒素量は $10.0\sim 15.0\text{gm}^{-2}$ となり、実に、施肥窒素の1.5~2倍が供給される計算になる。

表1に植物体の全窒素吸収量およびかんがい水由来窒素吸収量を示す。全窒素吸収量は稲わらで 2.95gm^{-2} 、もみで 6.15gm^{-2} 、合計 9.10gm^{-2} であった。このうち、かんがい水由来窒素吸収量が占める比率は稲わらで11.7%、もみで16.4%、合計で14.9%であった。また、かんがい水から供給された総窒素量 5.0gm^{-2} のうち、植物体に吸収された比率は27.0%で、そのうち、75%程度がもみに蓄積された。

コメは玄米中窒素含有率が高くなると食味が劣る傾向があるため、高窒素濃度のかんがい水を水稲栽培に利用する場合、穂肥窒素量を減じるなどの対策を講じる必要があると考える。

また、植物体による窒素収奪の観点から、もみへの蓄積割合が高いことは、収穫時に稲わらを圃場還元した場合でも、窒素収奪力は発揮される。

2) 飼料稲

試験期間中の総かんがい量は 782Lm^{-2} で、かんがい水から供給された総窒素量は 7.82gm^{-2} であった。かんがい量が水稲栽培に比べて多かったのは、飼料稲の生育量が多かったためであると考ええる。

表2に植物体の全窒素吸収量およびかんがい水由来窒素吸収量を示す。全窒素吸収量は稲わらで 7.45gm^{-2} 、もみで 2.76gm^{-2} 、合計 10.21gm^{-2} であった。このうち、かんがい水由来窒素吸収量が占める比率は稲わらで14.6%、もみで17.1%、合計で15.9%であった。また、かんがい水から供給された総窒素量 7.82gm^{-2} のうち、植物体に吸収された比率は20.4%であった。一方、飼料稲の部位別吸収量は水稲と異なり、稲わらへの蓄積量が多かった。

飼料稲は水稲に比べて乾物収量が多いため、植物体による窒素収奪の観点

からみて、非常に優れた作物であるといえる。

3) サトイモ

試験期間中の総かんがい量は 660Lm^{-2} で、かんがい水から供給された総窒素量は 6.60gm^{-2} であった。

表3. 植物体の全窒素吸収量およびかんがい水由来窒素吸収量 (m^2 当たり)

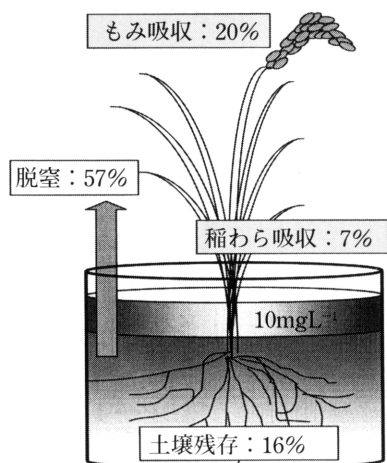
項目	乾物重	全窒素含有率	全窒素吸収量	かんがい水由来窒素吸収量	寄与率	利用率
部位	g	%	g	g	%	%
茎 葉	338	1.10	3.72	0.82	22.1	12.5
芋	946	1.29	12.20	3.07	25.1	46.3
合 計	1,284		15.92	3.89	24.4	58.8

表3に植物体の全窒素吸収量およびかんがい水由来窒素吸収量を示す。全窒素吸収量は茎葉で 3.72gm^{-2} 、芋で 12.20gm^{-2} 、合計 15.92gm^{-2} であった。このうち、かんがい水由来窒素吸収量が占める比率は茎葉で22.1%、芋で25.1%、合計で25.4%であった。また、かんがい水から供給された総窒素量 6.6gm^{-2} が、植物体に吸収された比率は58.8%で、うち、79%程度が芋に蓄積された。

水稻、飼料稲に比べて作物吸収率が高いのは、これらがアンモニア態窒素を好んで吸収するのに対して、サトイモが硝酸態窒素を好んで吸収するためであると考ええる。

また、植物体による窒素収奪の観点からみると、約8割が芋に蓄積されるため、収穫時に茎葉を圃場還元した場合でも、作物に吸収されたかんがい水由来窒素のほとんどが圃場外に持ち出される。

図5. かんがい水由来窒素の収支 (水稻)



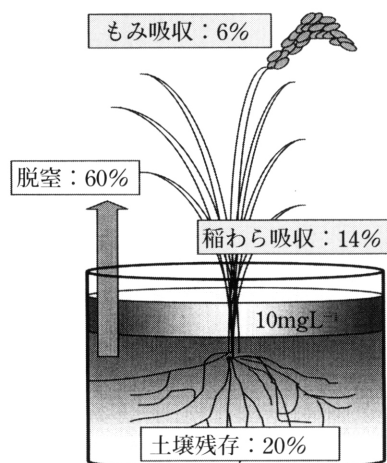
かんがい水由来窒素量…… 5.01gm^{-2}
 作物吸収量…………… 1.35gm^{-2}
 { 稲わら…………… 0.34gm^{-2}
 もみ…………… 1.01gm^{-2}
 土壌残存量…………… 0.79gm^{-2}
 系外移行(脱窒)量…………… 2.87gm^{-2}

4) 窒素収支の比較

図5~7にかんがい水由来窒素の収支を示す。

水稻および飼料稲栽培では、かんがい水由来窒素供給量から、作物吸収量、土壌残存量を差し引いた系外移行量が60%程度認められた。これは、添加した窒素の形態が硝酸態であることから、ほぼ脱窒量であると推測できる。

図6. かんがい水由来窒素の収支 (飼料稲)

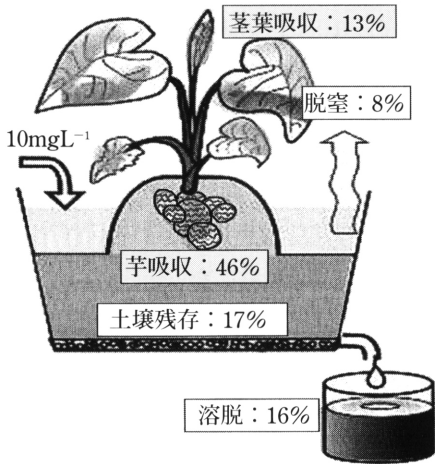


かんがい水由来窒素量…… 7.82gm^{-2}
 作物吸収量…………… 1.60gm^{-2}
 { 稲わら…………… 1.12gm^{-2}
 もみ…………… 0.48gm^{-2}
 土壌残存量…………… 1.51gm^{-2}
 系外移行(脱窒)量…………… 4.71gm^{-2}

水稻栽培では、かんがい水由来窒素供給量 5.0gm^{-2} のうち27%を作物が吸収し、57%が脱窒し、計84%、 2.87gm^{-2} の窒素が浄化された。

飼料稲栽培では、かんがい水由来窒素供給量 7.82gm^{-2} のうち20%が作物

図7. かんがい水由来窒素の収支 (サトイモ)



かんがい水由来窒素量	……	6.60gm ⁻²
作物吸収量	……	3.89gm ⁻²
〔	茎 葉	……0.82gm ⁻²
	芋	……3.07gm ⁻²
土壌残存量	……	1.12gm ⁻²
系外移行 (脱窒) 量	……	0.54gm ⁻²
溶脱量	……	1.05gm ⁻²

に吸収され、60%が脱窒し、計80%、4.71gm⁻²の窒素が浄化された。

また、サトイモ栽培では、かんがい水由来窒素供給量6.60gm⁻²のうち59%が作物に吸収され、脱窒量は少なかった。また、水稻、飼料稲と異なり窒素溶脱が16%認められた。

水稻および飼料稲栽培では、脱窒を主としたかんがい水中硝酸態窒素浄化能が発揮され、さらに飼料稲では作物による窒素収奪量も多いため、飼料稲の窒素浄化能は供試した3作物の中で最も優れた。一方、サトイモ栽培では作物吸収による窒素収奪量が最も多かった。

以上の結果から、水田は水稻栽培はもちろんのこと、水田転作作物でも、かんがい水を積極的に

利用した栽培をすることで、高い窒素浄化能を発揮することが明らかになった。

4. おわりに

水田は国土の保全、水源の涵養、自然環境の保全、良好な景観の形成、文化の伝承など、農村で農業生産活動が行われることにより生ずる農産物の供給の機能以外に、多面的機能を有し、各方面で水田を守る活動が盛んに行われている。

一方で、米の一人当たり消費量は年々低下しており、余剰米が増加していることから生産量の調整は避けられず、この結果、耕種栽培条件の劣る中山間水田で耕作放棄が増加している。

本試験では、水田の持つ水質浄化機能の評価について、これまで多くの研究が行われてきた水稻栽培だけでなく、飼料稲、サトイモ等、かんがい水を積極的に利用する水田転作作物についても、高い窒素浄化能が発揮されることを評価した。

今後は、これら水田転作作物が地域に定着化するための省力栽培方法の検討や、遊休水田を活用した地域特産作物の栽培技術など、総合的な水田の有効活用法を確立する必要がある。