

灌漑水による水田への N, P, K の流入量 —福岡県における推定—

水田一枝*

(福岡県農業総合試験場)

要旨: 水田への灌漑水による N, P, K 流入量を福岡県内の地域別, 水稻の生育時期別に推定した。値は, 灌漑用水中の N, P, K 含有率に既報の灌漑水量を乗じて求めた。代かきを含む全期間合計での全窒素流入量は全地域平均で 10 a 当たり 2.1~3.0 kg であった。筑後地域の全窒素流入量は多く, 地域間差が大きかった。穂ばらみ期以降にも約 1 kg の全窒素が流入していた。アンモニア態窒素と硝酸態窒素の合計は全期間で 1.1~1.5 kg, 穂ばらみ期以降に約 0.5 kg 流入していた。全リン流入量は 0.15~0.22 kg, 水溶性リンは 0.08~0.12 kg であった。カリウムは 2.9~4.2 kg であった。

キーワード: カリウム, 灌漑水, 全窒素, 全リン, 無機態窒素。

水稻栽培に用いる灌漑水には窒素などの汚濁物質が含まれている。灌漑による窒素流入量は推定法で異なるが, 水稻生育期間中で 4 kg/10 a (星川 1980) 程度, あるいは 2~5 kg/10 a 程度 (田淵 1997) とされている。

灌漑による窒素の流入量の推定には, 灌漑水中の窒素濃度の値と灌漑水量の値が必要である。水稻生育期間での灌漑水量は, 900~1400 t/10 a (姫田 1987), 1000~1400 t/10 a (他に代かき用に約 90 t) (星川 1980), あるいは 1316 t/10 a (陣内・岩淵 2000, 流量計での測定値で, 代かきは除く) とされている。代かきには, 湿田で 80~120 t/10 a, 乾田で 100~180 t/10 a 必要とされる (注: 農水省構造改善局 1977, 農業用水実態調査)。生育時期別では植付け期と穂ばらみ期前後に多量の灌漑水を必要とする。

著者は福岡県内の数カ所の用水路について, 水稻灌漑期に 5 回灌漑用水中の N, P, K 濃度を測定した (水田ら 2001)。ここでは, それらのデータと既報の灌漑水量の値から, 水田への灌漑水による N, P, K の流入量を福岡県内の地域別, 水稻の生育時期別に推定した結果を報告する。

なお, 施肥や降雨以外にも微生物による N 固定があり, ラン藻により水田表層の空中から稲作期間中に 2.58 kg/10 a の窒素が固定されたと報告されている (小野・古賀 1984)。土壌中の有機物から供給される地力窒素も水稻は吸収し, 暖地の水稻では施肥窒素よりも多量の地力窒素を吸収することがある (山本 1995)。一方, 水田からの浸透と地表排出で窒素の 1~5 kg/10 a は水田外へ再流出するとも推定されている (田淵 1997)。また, 灌漑水の硝酸態窒素が水稻に吸収されるのは 36%程度とされている (日高 1995)。

本報告では, 灌漑水以外の供給や, 水田外への再流出, あるいは水稻による吸収効率については考察せず, 灌漑水による供給量についてのみ推定を行った結果を述べる。

材料と方法

1996年に福岡県内の 21 地点, 1997年に 14 地点, 1998

年に 11 地点, 合計 46 地点の用水路から灌漑用水を採取した。地域 (福岡県の農林事務所管内) 別では, 福岡地域は 7, 甘木地域は 8, 八幡・飯塚地域は 6, 筑後地域は 18, 行橋地域は 7 地点であった。測定年次による違いはないものとした。

各地域での代かき期, 分けつ期, 幼穂形成期, 穂ばらみ期, 登熟期に各水路から 2 L のポリエチレン容器に直接採取し, 採取当日または翌日に以下の分析を行った。全窒素 (T-N) はオートクレーブ分解・紫外線吸光度法, 硝酸態窒素 ($\text{NO}_3\text{-N}$) はイオンクロマト法, アンモニア態窒素 ($\text{NH}_4\text{-N}$) はインドフェノール法, 全リン (T-P) はペルオキシ硫酸カリウム分解法, 水溶性リン ($\text{PO}_4\text{-P}$) はモリブデン青法, カリウム (K) は炎光光度法を用いた。

灌漑水量は, 福岡県農業総合試験場 (筑紫野市) の土壌が砂壤土型の水田で 1990~92 年の 3 年間測定されたものの平均値である, 分けつ期 366 t/10 a, 幼穂形成期 436 t/10 a, 穂ばらみ期 222 t/10 a, 登熟期 292 t/10 a (陣内・岩淵 2000) を用いた。また, 代かきのための水量は前出の農水省構造改善局, 農業用水実態調査に記された値の中間値である 125 t/10 a とした。合計では 1441 t/10 a となる。なお, 筑後地域の土壌は主に粘土型であり, 筑紫野市の砂壤土型より減水深が少ないので, 筑後地域での灌漑水量はこれらの値に 0.83 (注: 農水省土地改良事業標準設計によった) を乗じたものを用いた。また, 灌漑水量は実際には条件によりかなり変動することが予想される。代かき以外の灌漑水量 900~1400 t/10 a (姫田 1987) + 代かき 125 t/10 a とした場合の変動についてもあわせて計算した。

N, P, K 濃度に代かき用の水量を含む灌漑水量を乗じて, 水田への N, P, K 流入量を求めた。

結果と考察

第 1 表に, 水田への灌漑水による N, P, K 流入量を福岡県内の地域別, 水稻の生育時期別に平均値で示した。同表の最下段には全測定値 (44 点) の平均値を時期別に示

第1表 水田への灌漑水による，全窒素 (T-N)，硝酸態窒素 (NO₃-N)，アンモニア態窒素 (NH₄-N)，全リン (T-P)，水溶性リン (PO₄-P)，カリウム (K) の地域別時期別流入量 (kg/10 a).

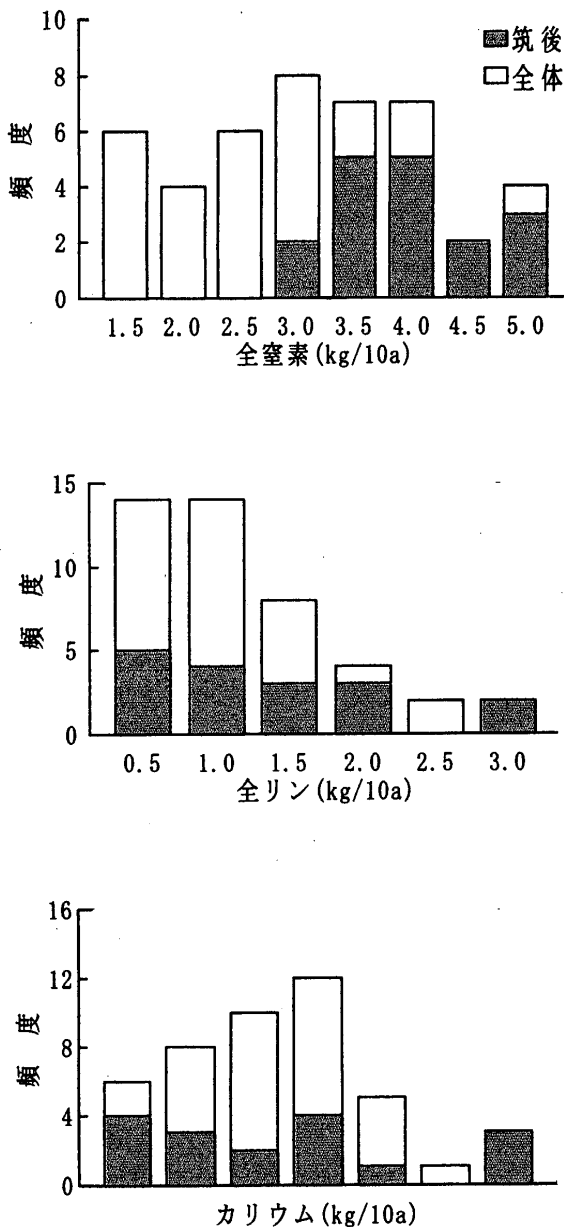
地域	生育時期	T-N	NO ₃ -N	NH ₄ -N	T-P	PO ₄ -P	K
福岡 n=7	代かき期	0.32	0.11	0.12	0.019	0.009	0.38
	分けつ期	0.72	0.26	0.12	0.059	0.043	1.20
	幼穂形成期	0.92	0.29	0.21	0.067	0.040	0.75
	穂ばらみ期	0.37	0.16	0.05	0.024	0.018	0.58
	登熟期	0.55	0.28	0.13	0.099	0.038	0.78
	計	2.88	1.09	0.63	0.268	0.148	3.70
八幡 飯塚 n=6	代かき期	0.31	0.04	0.12	0.017	0.007	0.44
	分けつ期	0.66	0.11	0.17	0.040	0.019	1.09
	幼穂形成期	0.92	0.14	0.33	0.105	0.048	1.31
	穂ばらみ期	0.44	0.08	0.11	0.026	0.014	0.80
	登熟期	0.43	0.13	0.09	0.050	0.010	0.91
	計	2.76	0.50	0.82	0.238	0.098	4.55
筑後 n=17	代かき期	0.49	0.06	0.17	0.027	0.018	0.50
	分けつ期	1.00	0.10	0.42	0.080	0.049	0.98
	幼穂形成期	1.22	0.07	0.39	0.070	0.029	1.26
	穂ばらみ期	0.44	0.06	0.18	0.033	0.018	0.79
	登熟期	0.54	0.16	0.24	0.033	0.017	0.96
	計	3.69	0.44	1.40	0.244	0.131	4.50
行橋 n=7	代かき期	0.24	0.06	0.05	0.008	0.004	0.35
	分けつ期	0.50	0.14	0.11	0.030	0.023	0.92
	幼穂形成期	0.63	0.20	0.10	0.037	0.013	0.92
	穂ばらみ期	0.25	0.07	0.03	0.011	0.007	0.52
	登熟期	0.41	0.21	0.06	0.025	0.010	0.68
	計	2.04	0.67	0.35	0.111	0.057	3.38
甘木 n=7	代かき期	0.15	0.05	0.04	0.012	0.006	0.36
	分けつ期	0.45	0.17	0.09	0.035	0.025	1.07
	幼穂形成期	0.70	0.28	0.06	0.054	0.036	0.90
	穂ばらみ期	0.24	0.08	0.04	0.018	0.008	0.64
	登熟期	0.30	0.06	0.06	0.024	0.016	0.99
	計	1.84	0.64	0.30	0.143	0.091	3.96
全測定 値平均 n=44	代かき期	0.34	0.06	0.11	0.019	0.011	0.42
	分けつ期	0.75	0.14	0.23	0.057	0.036	1.04
	幼穂形成期	0.95	0.16	0.25	0.066	0.032	1.01
	穂ばらみ期	0.36	0.08	0.10	0.025	0.014	0.65
	登熟期	0.46	0.16	0.14	0.043	0.018	0.87
	計	2.88	0.62	0.85	0.210	0.111	3.99

した。また，全窒素，全リン，カリウムの代かき期を含む全期間での流入量について，全体と筑後地域の頻度分布を第1図に示した。

全窒素の全期間合計流入量は，全測定値平均で2.88 kg/10 a (代かき期を除くと2.54 kg/10 a)，灌漑水量の変動を考慮すると2.07~3.03 kg/10 aであった。地域別にみると，甘木地域が1.84 kg/10 aと福岡県内で最も少なく，一方，第1図からわかるように，全窒素流入量の多い場所は筑後地域に多くみられた。筑後地域の全窒素量は3.69 kg/10 aと甘木地域の約倍量であり，地域間差が大きかった。

全窒素の流入量を生育時期別にみると，代かき期が0.34，分けつ期0.75，幼穂形成期0.95，穂ばらみ期0.36，登熟期0.46 kg/10 aであり，分けつ期や幼穂形成期の生育前期にかなり多くが流入していた。さらに，穂ばらみ期以降の生育後期にも1 kg/10 a程度の比較的多い量が流入していた。

硝酸態窒素の全期間合計流入量は，全測定値平均で0.62 kg/10 a，アンモニア態窒素は0.85 kg/10 aで，両者の合計は1.47 kg/10 a (代かき期を除くと1.30 kg/10 a)であった。灌漑水量の変動を考慮すると，硝酸態窒素流入量は0.44~0.65 kg/10 a，アンモニア態窒素は



第1図 水田への灌漑水による全窒素(上), 全リン(中), カリウム(下)流入量の頻度分布。

0.61~0.89 kg/10 a で、両者の合計は 1.05~1.54 kg/10 a であった。また、生育時期別の平均値では、代かき期が 0.17, 分けつ期 0.37, 幼穂形成期 0.41, 穂ばらみ期 0.18, 登熟期 0.30 kg/10 a であった。

すなわち、穂ばらみ期以降の生育後期に 0.48 kg/10 a (筑後地域では 0.64 kg/10 a) の無機態窒素が流入していたことになる。

玄米子実のタンパク質含有率が高いと食味が低下し、良食味米生産には晩期追肥を避けるべきであるとの報告がなされている(松江 1993)。良食味米の施肥基準(注:福岡県農政部。夢つくしの栽培指針)では、第2回目の追肥は止葉抽出頃に 1.5 kg/10 a 施すとしている。良食味米生産には、穂ばらみ期以降に無機態窒素が約 0.5 kg/10 a 灌漑水から流入することにも充分留意すべきである。

全リンの全期間合計流入量は、全測定値平均で 0.210

kg/10 a (代かき期を除くと 0.191 kg/10 a), 灌漑水量の変動を考慮すると 0.149~0.221 kg/10 a であった。地域別にみると、行橋地域や甘木地域では少なく、全窒素流入量の多かった筑後地域でも特に高い値ではなかった(第1図)。都市近郊である福岡地域で 0.268 kg/10 a と他地域より高い値で、家庭排水などによる農業用水への汚染を示唆した。水溶性リンの全期間合計流入量は 0.111 kg/10 a (代かき期を除くと 0.100 kg/10 a), 灌漑水量の変動を考慮すると 0.079~0.117 kg/10 a であった。

カリウムの全期間合計流入量は、全測定値平均で 3.99 kg/10 a (代かき期を除くと 3.57 kg/10 a), 灌漑水量の変動を考慮すると 2.86~4.22 kg/10 a であった。

なお、多田ら(1999)は降雨中の全窒素濃度が 1.04 mg/L, 許斐(未発表)は全窒素濃度が 0.78 mg/L, 全リンが 0.028 mg/L, カリウムが 0.25 mg/L であったとしている。福岡県農業総合試験場での水稻生育期間中の降雨量は 613 t/10 a であった(注:アメダス太宰府, 1990~92年の平均値)。これらから、全窒素 0.91 mg/L, 全リン 0.028 mg/L, カリウム 0.25 mg/L とすると、10 a の水田への降雨による全窒素降下は 0.56 kg, 全リンは 0.017 kg, カリウムは 0.15 kg である。

本報告では、灌漑水による供給量についてのみの推定を行ったが、ここで得られた計算結果は、水稻栽培技術指針の策定のみならず、農地における環境保全のための基礎資料にもなると考えられる。

謝辞: 灌漑水の採取にあたられた福岡県の各農林事務所の方々に感謝いたします。

引用文献

- 日高伸 1995. 環境保全型農業と水田の水質浄化機能. 農業技術 50: 393-397, 448-456.
- 姫田正美 1987. 管理. 野口弥吉・川田信一郎監修, 農学大事典. 養賢堂, 東京. 1286-1289.
- 星川清親 1980. 新編食用作物. 養賢堂, 東京. 101-103.
- 陣内暢明・岩渕哲也 2000. 水稻分けつ期以降の長期間断灌による用水の節減と生育・収量. 九農研 62: 8.
- 松江勇次 1993. 水稻の食味に及ぼす環境条件の影響及び良食味の奨励品種選定に関する研究. 福岡農試特別報告 6: 1-73.
- 水田一枝・角重和浩・平野稔彦 2001. 福岡県における農業用水路の水質とその経年変化. 日作紀 70: 255-260.
- 小野信一・古賀汎 1984. 水田土壌表層における窒素の自然集積とラン藻による窒素固定. 土肥誌 55: 465-470.
- 田淵俊雄 1997. 水質保全, 集落排水. 志村博康他著, 新農業水利学. 朝倉書店, 東京. 170-171.
- 多田邦尚・川西幹昌・宇佐淳次 1999. 香川県における一降水毎に採取した降水中の pH と窒素成分. 香川大農学報 51: 45-52.
- 山本富三 1995. 暖地水田における地力窒素と水稻の収量. 福岡農試特別報告 8: 1-63.

N, P and K Input by Irrigation Water into Paddy Fields of Fukuoka Prefecture : Kazue MIZUTA (*Fukuoka Pref. Agr. Res. Cent., Chikushino 818-8549, Japan*)

Abstract : N, P and K input into paddy fields from irrigation water in Fukuoka Prefecture were estimated from the data of N, P and K content in irrigation water \times reported amount of irrigation water. Total N input was 21-30 kg/ha. The variation among regions was large and total N input in Chikugo was larger than in other regions. Total N input after booting was 10 kg/ha. Inorganic N input throughout the cultivation period was 11-15 kg/ha and that after booting was 5 kg/ha. Input of total P throughout the cultivation period was 1.5-2.2 kg/ha and that of $\text{PO}_4\text{-P}$ was 0.8-1.2 kg/ha. K input was 29-42 kg/ha.

Key words : Inorganic nitrogen, Irrigation water, Potassium, Total nitrogen, Total phosphorus.
