

窒素の質・量相違に対する水稻品種の 感応度に関する研究

安 川 傳 朗

島根大学教育学部

I 緒 言

1842年 pussey⁽¹⁾ によつてアンモニア塩が植物に対し極めて有効なることが観察され、爾来アンモニア塩の肥料製造利用が行われていたが19世紀末期に至り硫酸の生産利用が特に旺んになり、我が国に於ても明治20年頃より之が輸入利用が行われた。之が国内生産は明治38年に始まつた。硫酸の酸性に関し Kossowitch⁽²⁾ 氏により研究され、その後多くの人々により幾多の研究が行われた。水稻に就いても、麻生氏は之を連用すると左程の不良結果を認めず、松木氏⁽⁶⁾は水田では酸性の心配は殆んどないものと考えてよい、然るに之に対する有害説⁽⁷⁾も行われている。斯くの如き両説の中にあつても、その消費額は窒素源工業肥料の主位にある。

石灰窒素は1873年、Meyer⁽³⁾ 氏により製出されたが、工業的生産は1895年普露西亜に始まり、肥料として用いたのは1901年以降である。我が国に於ては、明治43年、日本窒素肥料会社により製造販売が始められた。⁽⁸⁾

その肥効は窒素質化学肥料中、最も永続し、且つ水田では肥効が高い。而も塩基性であるにかかわらず、国内消費量は、第1表に掲げる通り、硫酸消費量の25%内外に止つている。⁽⁹⁾

第1表 戦前及び戦後に於ける我が国に於ける主要販売肥料の消費見込額(噸)

年 次	硫 安	石灰窒素	硝酸ソーダ	硝 安	過磷酸石灰	硫酸加里	塩化加里
昭和12年~16年5ヶ 年平均	1,142,628	254,598	66,838	—	1,234,173	—	74,236
昭和23年	888,520	227,801	—	280,478	910,065	1,996	43,890

備考 昭和12~16年の数値には沖縄を含む。本表は農林省食糧庁技官安部巖毅氏に依頼集計を乞うたものである。

斯の如く、石灰窒素利用度、低き所以は、その歴史が新しく・原肥使用・価額等の点にも存するであろうが、その段当使用量限度5~6貫が、一般に厳守されつつあることが、見逃せないであろう。

尿素は、久しく植物に対し、有害であるとされたが⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾、独乙に於ては兎早く、第1次大戦中に肥料に供されていた。⁽¹²⁾ Traffant, G., et Bezssonof. N., 氏等は、尿素がアンモニア塩類に比し肥効勝れることを説き、⁽¹³⁾ 続いて Kostytschew, S. 氏亦植物に良好なること、及び肥料工業生産化の重要性を述べた。⁽¹⁴⁾ 水稻に就いては、麻生・吉田氏等は昭和3年に、施用量相当(段当3貫使用実験)⁽¹⁵⁾量多きにかかわらず、害作用認められず、窒素源として優良であると報告し、山口氏は実験の結果より、使用一回当量に余り多量ならざるを要す、と。

我が国に於ける生産は、昭和13年東洋高压工業会社によつて始められたが、肥料的生産の

本格化は、昭和23年以降⁽¹⁷⁾で爾来急速に発達し、昭和27年末現在、産額は87,000屯で、米国につぐ生産国となつた。⁽¹⁸⁾

尿素は使用直後、土壤水素イオン濃度を高めるが、これは分解生産物である炭酸乃至炭酸ガスに因るので、意とするに足らない。生理的中性肥料に属する。

以上3種の肥料は形態並に生理的反應を異にし、水田肥料としての将来性を考え、水稻に対する、3者綜合研究未だ見当らず、而も量的に、価値的に、研究の要ありと認め、他面、水稻は生育期間により⁽⁶⁾⁽⁹⁾、草状により⁽⁶⁾⁽⁸⁾、更に品種によつても肥料吸収差を有する事実をも、相關連せしめつつ究明する目的で、主題に関する実験を施行した。茲にその成績の概要を報告する次第である。

本実験並に調査施行に当り、助力を仰いだ、農林技官安部厳毅・文部教官梅野貞夫氏等の勞を多とし、又本稿を草するに際し、助言を与えられた本校教授山根精一氏に対し、謝意を表する。

第2表 使用肥料表

種 類	含有成分%
硫酸アンモニヤ	N ₂ 20.5
石灰窒素	N ₂ 20.5
尿素	N ₂ 45.0
過磷酸石灰	P ₂ O ₅ 16.0
塩化加里	K ₂ O 50.0
糞堆肥	—

II 実験の材料及方法

(一) 材料

- a. 肥料。第2表の通りである。
- b. 水稻品種。島根県立農事試験場生産のもので、その特性表、次表の如し。

第3表 供用品種並に特性表

品 種 名	熟 性	草 状 型	稈 長	穂 数
近 畿 33 号	早 生	穂 数 型	83cm	18本
八 雲	早 生	穂 重 型	100	13
農 林 6 号	早 生	穂 数 型	89	18
農 林 22 号	早 生	穂 重 型	93	16
愛 知 旭	晚 生	穂 数 型	83	14
亀 治 1 号	晚 生	穂 重 型	101	10

備考 本特性表は島根県立農事試験場印刷、水稻品種特性一覧表を掲げてある。但し愛知旭は昭和24年度表には中間型に指定され又農林省農事試験場拘置種特性表(長戸一雄著稲と稲作)に於ても同一記録にされているが著者の従来特性調査の結果穂数型に属せしめた。昭和27年度島根県立農事試験場刊行品種特性表に於ては穂数型に取扱われてきた。

c. 土壤

現、島根大学出雲農場。(島根県簸川郡出雲市)第4紀古層・埴壤土・乾田・地力、中。

(二) 方法

- a. 実施期間。昭和自24年至26年
- b. 区の設定及び施肥等。

窒素少量(段当1貫)区・窒素中量(段当2貫)区・窒素多量(段当3貫)区の、3大区を設け、之を更に各々石灰窒素・硫酸・尿素の3小区に分ち、1小区1畝歩の面積をとらしめた。

各小区に糞堆肥段当200貫、過磷酸石灰、及び塩化加里所要量を、5月末に施し、人力耕により5寸耕にとつめ、次いで6月5日、窒素質肥料を与え、前回同様、深耕による

深層施肥を図つた。6月10日以降灌水し、脱窒現象防止に資し、18日代播・地均を完了した。各小区に水稻6品種を、2区制として植付けた。

- c. 育苗及挿秧、本校苗代に於て、毎年、5月7日播種し、育苗日数45日にして、6月20日9寸×8寸坪・50株1株2本植えを行つた。
- d. 管理、中耕除草は、総て手取りにより、7月上・中・下旬の3回に互つて、各々同一日に完了。
- e. 7月3日及び9月1日1単位制25株につき、草丈と莖数調査をとげ、又出穂調査も行つた。各々収穫期に於て、100株毎の草丈、及び有効莖数の調査を行い、収穫後、各小区品種毎に全株につき収穫玄米並に藁乾重につき、調査を行つた。

III 実験結果

収穫期以後に於ける実験結果の、3ヶ年平均を示せば、第4表の通りである。

第4表 窒素の相異に対する水稻品種の發育末期に於ける感応度実測値

品 種	区 別	窒素少量 (1㍶) 使用区			窒素中量 (2㍶) 使用区			窒素多量 (3㍶) 使用区			単 位
		硫安	石灰 窒素	尿素	硫安	石灰 窒素	尿素	硫安	石灰 窒素	尿素	
		近畿33号	草丈	76.01	72.96	75.00	84.36	80.56	82.12	87.50	
	莖数	15.10	14.15	14.90	18.10	16.15	17.50	19.80	16.90	20.25	本
	米収	2.610	2.401	2.558	2.872	2.767	2.845	2.995	2.846	3.028	段当石
	藁収	463.10	435.31	450.10	513.95	490.85	504.10	546.45	518.65	541.50	段当産
八 雲	草丈	82.75	88.20	90.52	100.35	97.32	98.00	105.72	101.85	104.88	
	莖数	12.85	12.20	12.55	13.45	12.55	13.25	13.90	12.80	14.20	
	米収	2.427	2.375	2.898	2.891	2.820	2.822	2.920	2.855	3.012	
	藁収	509.40	490.90	495.52	564.50	551.08	550.20	606.70	607.00	602.12	
農林6号	草丈	78.96	99.80	77.56	88.20	89.72	85.12	91.20	95.02	90.52	
	莖数	16.00	15.84	16.02	18.90	18.12	18.58	19.65	19.35	19.70	
	米収	2.714	2.630	2.662	3.028	2.922	2.986	3.053	3.060	3.054	
	藁収	578.90	555.82	563.48	606.66	592.60	602.02	625.20	603.40	615.90	
農林22号	草丈	89.68	90.40	88.92	94.24	96.52	82.72	96.51	98.75	95.02	
	莖数	15.20	14.65	14.80	16.00	15.90	15.90	16.42	15.85	16.46	
	米収	2.871	2.845	2.793	3.027	2.923	2.976	3.056	3.058	3.079	
	藁収	666.80	676.02	653.01	722.09	723.04	717.54	745.50	753.06	736.04	
愛知旭	草丈	78.30	80.60	76.22	82.85	85.92	81.30	85.10	88.22	86.66	
	莖数	14.05	14.04	13.75	16.30	16.45	16.32	18.10	17.98	18.26	
	米収	2.820	2.791	2.767	3.027	3.054	3.001	3.106	3.341	3.133	
	藁収	574.12	574.50	569.52	680.62	717.70	671.04	750.04	778.06	763.78	
亀治1号	草丈	95.76	97.32	94.25	98.82	101.00	97.32	100.52	102.48	98.82	
	莖数	9.80	9.82	9.82	10.72	10.75	10.87	11.28	11.32	11.46	
	米収	2.636	2.638	2.610	2.819	2.845	2.766	2.872	3.080	2.871	
	藁収	643.38	645.20	624.46	671.30	694.50	657.45	712.30	732.45	727.10	

上表中、近畿33号の、硫安少量区の草丈・莖数・玄米段当収量・及び藁収量を標準とし、各区・各品種間の比較値を算出すれば、第5表のようになる。

第5表 品種近畿33号の硫安少肥(段当 $N_21\%$)区の実数値を標準とした各区・品種間比較値

品 種	項 目	窒素少量(1%) 使用区			窒素中量(2%) 使用区			窒素多量(3%) 使用区			備 考	
		硫安	石灰 窒素	尿素	硫安	石灰 窒素	尿素	硫安	石灰 窒素	尿素	生育期間	草状別
近畿33号	草丈	100	96	93	111	106	103	115	108	111		
	莖数	100	94	99	120	107	115	131	112	134		
	米収	100	92	93	110	106	109	115	109	116		
	藁収	100	94	97	111	106	109	118	112	117		
八 雲	草丈	122	116	119	132	128	129	139	134	138		
	莖数	85	81	83	89	83	88	92	85	94		
	米収	93	84	91	111	108	108	112	109	115		
	藁収	110	106	107	122	119	119	131	131	130		
農林6号	草丈	104	105	102	116	118	112	120	125	119		
	莖数	106	105	106	125	120	123	130	128	131		
	米収	104	100	102	116	112	114	117	117	117		
	藁収	125	120	121	131	128	130	135	130	133		
農林22号	草丈	118	119	117	124	127	122	127	130	125		
	莖数	100	97	98	106	106	106	109	105	109		
	米収	110	109	107	116	112	114	117	117	118		
	藁収	144	146	141	156	157	155	161	162	159		
愛知旭	草丈	103	106	100	109	113	107	112	116	114		
	莖数	93	93	91	108	109	108	120	119	121		
	米収	108	107	106	116	117	115	119	128	120		
	藁収	124	124	123	147	155	145	162	168	165		
亀治1号	草丈	126	128	124	130	133	128	132	135	130		
	莖数	65	65	65	71	71	72	75	75	76		
	米収	101	101	100	108	109	106	110	118	110		
	藁収	139	139	135	145	150	142	154	158	157		

上表より、全品種・生育期間別・草状別並に肥料種類毎に、夫々、平均値を求めると、第6表が得られる。

第6表 比較値平均値

要 項 目	区 別	窒素少量施用区(1%)				窒素中量施用区(2%)				窒素多量施用区(3%)			
		硫安	石灰 窒素	尿素	平均	硫安	石灰 窒素	尿素	平均	硫安	石灰 窒素	尿素	平均
a. 全品種 総合	草丈	112	112	110	111	120	121	118	120	124	125	123	122
	莖数	92	89	90	90	103	99	102	101	110	105	111	106
	米収	103	99	101	101	113	111	111	112	116	116	116	116
	藁収	124	122	121	122	135	136	133	135	144	144	144	144
b. 生育期間 別 早生種	草丈	111	106	109	109	123	114	119	119	127	121	125	124
	莖数	93	88	91	91	105	95	99	99	112	99	113	108
	米収	97	89	95	94	111	107	109	109	114	109	116	113
	藁収	105	100	102	102	117	114	114	115	125	122	124	124

中生種	草丈	111	112	110	111	120	123	117	120	124	128	122	125
	莖数	103	101	102	102	116	113	115	115	120	119	120	120
	米収	107	107	105	106	116	112	114	114	117	117	118	117
	藁収	135	133	131	133	144	143	143	143	143	148	146	150
晩生種	草丈	115	117	112	115	120	124	118	121	121	126	122	123
	莖数	79	94	73	82	90	90	90	90	97	97	99	97
	米収	105	104	103	106	112	109	111	111	115	123	115	118
	藁収	132	132	129	131	146	153	144	148	158	163	161	161
c. 草状別	草丈	103	102	100	102	109	112	109	110	116	116	115	116
	穂数莖	100	97	98	97	118	112	115	115	127	120	129	125
	米収	103	100	103	102	114	112	113	113	117	118	118	118
	藁収	116	113	115	115	130	130	128	129	138	137	138	138
穂重型	草丈	122	121	120	121	129	129	126	123	133	133	131	132
	莖数	86	81	82	83	89	87	89	88	92	88	93	92
	米収	101	98	99	99	112	110	109	110	113	115	114	114
	藁収	131	130	128	130	141	142	139	141	149	150	149	149

以上第4, 5, 6表によると, 玄米収量に及ぼす効果は, (a) 全品種総合平均値よりみると, 窒素用量少ないときは, 硫安・尿素・石灰窒素の順位にあるが, 用量増加に伴い, 較差が減じ, 順位差がない。

即ち, 総合的には, 水稻に対する3種肥料の優劣がつけ難い。(b) 然るに草状別にみると, 窒素用量少ないときには, 依然として順位に変わらないが, 用量増加に伴い, 石灰窒素・尿素・硫安の順位に逆転する傾向がある。(c) 更に生育期間別によりみると, 早生種は, 窒素量如何を問わず, 硫安・尿素・石灰窒素順であるが, 中生種は, 窒素少量のとき, 硫安・石灰窒素・尿素順で, 多量区にあつては, 尿素・石灰窒素・硫安順に変わり, 晩生種は, 少肥の場合, 硫安・石灰窒素・尿素の順位であるが, 多窒に至り, 石灰窒素・尿素・硫安の順となる。(d) 個々の品種についてみると, 近畿33号・八雲は少量窒素を用いたとき, 硫安適種であるが, 愛知旭は, 窒素用量多くなると, 石灰窒素適種の如く品種の感応度は肥料の質・量差により異なる。

玄米生産率は早・中・晩生間による, 変移は明でないが, 穂数型のものは, 穂重型に比し, 高く, 且つ窒素用量増加の効果が大きい。

藁収量は, 玄米収量の増加に概して随伴するが, 玄米収量に対する, 草丈・莖数の増加度は, 莖数に於て, より密接なる関係にある。

IV 考 察

⁽²⁰⁾ 著者等は, 気象環境に対する, 水稻品種の感応差を認めたが, 本実験により, 硫安・石灰窒素・尿素を夫々窒素分を, 1・2・3貫施した水田に水稻品種を栽植した場合にも, 品種の感応差が認められた。又3種の各肥料とも, 相当量施用にかかわらず, 玄米絶対収量は増加した。即ち, 硫安の有害度は認められず, 水稻肥料として差支えないとの, 同一結論に達した。石灰窒素に於ては, 従来に於ける使用制限は, 使用方法並に品種によつて, より拡大することができる。尿素は自体が植物に有害であつても, 肥料的効果が大きいとする説は明確である。⁽⁷⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾⁽¹⁴⁾⁽¹⁵⁾

総合的に, 3種肥料の有為差は認め難い。然りとすれば将来に於ける生産及利用度は, 過

去の⁽⁹⁾実績を修正するであろう。

草状別にみると、概ね穂数型に属するものは、石灰窒素・尿素・硫酸順に効果が挙り、穂重型に於ては、順位反転の傾向にある。次に、生育期間別によりみると、早生種程、又窒素用量少きとき程、硫酸・尿素・石灰窒素順にあるが晩生且つ多量窒素区に傾くに伴い、有効順位は反対となる。

斯る順位差、変移の現象は、主として肥料の分解に伴う、土壤溶液差に対する品種の特異性に基くのであろう。特に水稲最適吸収窒素形態溶液に達する肥料の溶解・分解速度と、肥料成分の土壤吸着差の関与が最たるものであろう。即ち、早生種は、短期間に窒素の摂取が行われなければならぬが、硫酸はこれに適し、石灰窒素及び尿素は不適の状態にある。石灰窒素は、土壤の C-N 比率を高めて土壤の窒素吸着に有利であるが、尿素は土壤に吸着され難い。晩生種は生育期間長く、その間石灰窒素も分解し、窒素分の摂取も高度に及び、石灰窒素は硫酸に比し、土壤によく吸着され、尿素の一部は流失の機会が存したのであろう。石灰窒素の肥効が高いといわれるのは蓋し、その分解速度の緩徐であること、及び土壤の窒素分保蓄に有利であること等によるのであろう。今我が国農事試験場で行われた石灰窒素と硫酸との肥効比較実験成績中、地区代表的のものを集め、硫酸対石灰窒素の玄米段収比を求むれば次のようになる。

第 7 表 我が国地区代表的農事試験場に於ける硫酸並に石灰窒素肥効比較試験比較

農事試験場名	実施年次	実施年数	石灰窒素収量	硫酸収量	硫酸対石灰窒素比
北海道	大正 9~12	4	2,902	2,694	99
岩手	〃 11~13	3	2,648	2,589	102
埼玉	〃 7~11	5	2,493	2,416	103
愛知	〃 2~4	3	2,942	2,800	105
奈良	〃 6~12	7	3,471	3,319	104
徳島	〃 7~10	4	2,351	2,018	117
鹿児島	明治42~4 大正	7	2,902	2,694	108

即ち、分解速度の緩徐であらう、低温地帯は石灰窒素効率低きを示している。このことは晩生種並に多用窒素時に於ける石灰窒素の効果を証明するものの如し。

個々の品種は、肥料の種類、並に用量により夫々の適度が認められた。

玄米収量は草状上穂数型ものが生産率高く、この種、型に於ては窒素用量増加に伴う効率が大きい。

藁収量は玄米収量に概ね随伴するが、藁収量要素中、特に玄米収量に対し、草丈よりも莖数増加が、一層関係が大である。

V 摘 要

要するに、水稲代表品種を用い、硫酸・石灰窒素・尿素 3 種肥料の用量を異にした、水田に栽培し、水稲発育に対する影響を調査した。その成績によれば、

- (一) 窒素質肥料の質・量による土壤環境相異下の、水稲品種の感応度は明に存する。
- (二) 3 種肥料何れも成分段当 3 貫の多きにかかわらず、玄米絶対収量増加を示した。
- (三) 3 種肥料の有為差はつけ難いこの点より将来 3 者の生産利用比は変化を来すであろう。

但し硫酸は、早生種に比較的少量用いた場合に効果的である。石灰窒素は用量増加のとき、

並に穂数型に、特に晩生種に適切であり、暖地に於ても此の傾向が存する。尿素は概して硫酸石灰窒素の中間に位する。

(四) 玄米収量は、生育期間の長短影響は、認め難いが草状による穂数型の窒素多用が効果的であり、藁の増産を前提とし、藁生産要素の中草丈伸長に比し、莖数増加が玄米収量により密接関係にあるもの如し。

引用文献

- | | |
|---|---------------|
| (1) 川島 祿郎 ; 肥料学 | 昭和 24. 5. 10 |
| (2) 森 要太郎 ; 肥料学提要 | 昭和 11. 4. 30 |
| (3) 小野寺伊勢之助 ; 肥料学各論 | 昭和 7. 12. 5 |
| (4) Kossowitch ; Journ. f. Exper. Landw. | 1901 |
| (5) 川村一水・西崎茂 ; 施用本位肥料新説 | 昭和 5. 5. 25 |
| (6) 松木 五 棧 ; 作物の肥培 | 昭和 26. 1. 15 |
| (7) 高 槻 ; 硫酸の害 | 昭和 23. |
| (8) 長戸 一 雄 ; 稲と稲作 | 1950 5. 8 |
| (9) 安部 巖 毅 ; 農林省への都道府県報告書集計調査 未発表 | |
| (10) Sawa, S. ; Bull. Coll. Agric, Tokyo. | 1902 |
| (11) Loeiv O. ; Centralb Bact. Bd. 70 | 1927 |
| (12) 鎌倉 武 吉 ; 東庄の肥料第18号 | 昭和 27. 11. 5 |
| (13) Traffant, G., et Bezssonof, N., ; C. R. S. Acad. Sciences. | 1921 |
| (14) Kostytschew, S., ; Lehrbuch der pflanzen physiologie | 1926 |
| (15) 麻生慶次郎・吉田諒蔵 ; 大日本農会報第563号 | 昭和 3. 3. 1 |
| (16) 山口子之助 ; 札幌農林学校会報第94号 | 昭和 4. 8. 1 |
| (17) 渡辺 敏 夫 ; 尿素肥料 | 昭和 25. 8 |
| (18) 阿部 喜 市 ; 肥料研究界第46巻第11号 | 昭和 27. 11. 25 |
| (19) Pierce, W. H., ; Jour. Am. Soc. of Agric., 20. 3. | 1927 |
| (20) 小坂博・安川伝朗 ; 日本作物学会紀事第10巻第4号 | 昭和 14. 3 |
| (21) 石灰窒素普及会 ; 石灰窒素の効用 | 昭和 24. 12. 10 |
| (22) 秋元 真次郎 ; 農業及園芸第14巻第10号 | 昭和 14. 10. 1 |
| (23) 星 加 賀 美 ; 農業及園芸第17巻第9号 | 昭和 17. 9. 1 |