

主要氣象因子가 벼의 窒素施肥量에 미치는 影響

李春秀 · 郭漢剛 · 黃氣性 · 朴俊奎*

Effect of Major Climatic Factors on Optimum Level of N-Fertilizer in Paddy Rice Soil

Choon-Soo Lee, Han-Kang Kwak, Ki-Sung Hwang and Jun-Kyu Park

Summary

An analysis was made on optimal N fertilizer for high yielding and ordinary rice varieties and their dependence upon the climatic conditions during growth stage in 1971-1979.

The results obtained were summarized as follows;

1. The coefficient of variation for optimum N rates were 19.1% for high yielding varieties and 21.9% for ordinary varieties. And the those of yields at optimum N levels were 7.0% for high yielding varieties and 9.9% for ordinary varieties.
2. Optimum N fertilizer rates for high yielding varieties were 22.4kg/10a in favorable climatic years and 16.1kg/10a in unfavorable climatic years. As for ordinary varieties, optimum N levels were 19.2kg/10a in favorable climatic years and 13.0kg/10a in unfavorable climatic years. Accordingly, more N should be applied in favorable climatic years regardless of varieties.
3. This difference was derived from sunshine hours, rainfall, and relative humidity. Optimum N rates were correlated positively with sunshine hours, and negatively with rainfall and relative humidity.

緒 言

벼 農事에 있어서 施肥는 生産力과 함께 氣象環境이나 土壤, 品種 및 栽培技術 등과 相互 可變的인 函數關係가 있기 때문에 施肥量 決定에 어려운 點이 많으며, 이들 要因中 氣象條件의 變化에 따라 作物의 生育에도 큰 影響을 주게 되므로 健全한 生育에 相應한 適正施肥量도 달라져야 할 것이다.

窒素는 특히 他 養分에 比하여 作物生育에 매우 敏感한 反應을 보이므로 效率的인 施肥를 通하여 氣象變動에 따른 收量의 變異를 最少化 할 수도 있을 것이다. 最近에 이르러 作付의 多樣化와 作期의 移動 등으로

벼 生育에 影響을 주는 氣象因子는 相當한 變化를 가져 왔으며¹⁾ 특히 年次間 作況의 變異係數도 커서 5.1 ~ 44.6 % 라고 한다.²⁾

收量과 氣象環境과의 交互作用^{3), 4)}과 氣象災害分析⁵⁾ 및 特定年度의 豐凶을 判斷하기 위한 時系列分析⁶⁾ 등에 對한 最近의 研究가 많이 이루어 졌다.

이들의 研究 結果는 벼 作況을 分析 또는 診斷하는데 많은 參考가 되고 있지만 相異한 氣象環境에 對한 施肥量 등을 調査 檢討한 것에 關한 研究는 매우 不足한 點이 없지 않다.

本 研究는 벼에 對한 施肥量 試驗成績을 利用하여 窒素施肥量에 미치는 主要 氣象要因의 影響을 檢討하

* 農業技術研究所 (Agricultural Sciences Institute, Suweon, 170, Korea)

있는 바 그 결과를 이에 報告코자 한다.

材料 및 方法

本 研究은 1971年 부터 1979年 사이 7個年間 全 國 農家團場에서 多收系와 一般系 벼品種에 대한 試驗 結果⁹⁾ 를 利用 하였다. 1971~'79年에 遂行된 窒素 施肥水準은 10a 當 成分量으로 多收系 0, 12, 16, 20, 24 kg/10a, 一般系 0, 8, 12, 16, 20kg/10a로 하여 窒素의 施肥適量을 求할 수 있도록 하였다. 全 窒素 施肥區에 磷酸 및 加里는 같은 量으로 多收系 8kg/10a, 一般系 6kg/10a 를 施用 하였다.

肥種은 窒素의 경우 尿素, 磷酸은 熔成磷肥, 加里는 鹽化加里를 施用 하였고 有機物, 珪酸等 土壤改良 資材는 施用하지 않았다.

移秧은 株當 3本씩으로 30×15cm 의 栽植距離로 適期 移秧 하였고, 病虫害는 標準防除 하였고 其他는 一般耕種法에 準하였다.

窒素施肥 適量은 施肥水準別收量에서 2次回歸曲線式을 適用, 最高收量을 生産한 窒素施肥量이다.

氣象環境에 관한 資料는 表1에서 보는바와 같이 1971~'79年 中央觀象台 測候所의 韓國氣候表에서 얻어진 것이며 벼 生育과 關係가 깊은 6~9月의 日照時間, 降水量, 平均氣溫 및 相對濕度를 對象으로 하였다.

Table 1. Changes in climatic conditions of experimental year during growth stage

Years	Hours of sunshine				Precipitation			
	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.
	hour / month				mm / month			
1971	161.5	162.9	179.6	173.0	183.8	254.3	214.5	110.2
1972	211.8	183.8	178.7	185.9	211.7	183.7	178.6	185.9
1975	171.6	148.1	236.5	146.0	171.6	148.1	236.4	145.9
1976	175.2	251.7	241.2	205.7	107.6	108.4	318.9	58.7
1977	201.0	183.1	293.0	176.4	95.4	169.4	117.5	99.7
1978	167.4	194.8	179.3	159.9	360.0	193.5	253.7	68.3
1979	134.0	164.7	191.8	155.9	271.2	165.1	271.4	137.1
Average	174.6	184.2	214.3	171.8	200.2	174.6	227.3	115.1

Years	Average temperature				Relative humidity			
	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.
	°C				%			
1971	21.1	24.6	24.7	20.6	81.2	84.2	82.0	76.9
1972	21.2	24.8	23.9	19.5	73.8	80.6	81.3	77.1
1975	20.7	24.9	26.5	22.7	79.6	82.6	77.2	79.5
1976	20.6	23.8	24.5	20.1	75.1	79.7	82.9	76.5
1977	21.0	22.1	24.1	21.6	75.8	81.3	75.0	76.6
1978	21.4	25.4	26.0	20.7	76.5	81.9	81.5	77.5
1979	21.3	23.9	25.0	19.7	81.6	81.8	79.7	78.0
Average	21.0	24.2	24.9	20.7	77.6	81.7	79.9	77.4

結果 및 考察

年度別 窒素施肥 適正量, 窒素의 無肥 및 適正量 施用時의 正租收量을 調査한 結果는 表2와 같다.

窒素 適正量은 年度가 經過함에 따라 增加하는 傾向을 보이고 있으나 벼 生育期間 日照時間이 많고 降水量과 相對 濕度는 7個年 平均値에 比하여 오히려 낮은 '76年과 '77年에서 多收系와 一般系 品種 모두 窒

素施肥量이 더욱 높았다.

窒素施肥 適量의 年次間의 變異係數는 多收系 品種 19.1%, 一般系 品種 21.9%이며, 窒素適量 施用時 收量의 變異係數는 多收系 7.0%, 一般系 9.9%이었으며 窒素適正量은 7個年間의 平均値로 볼 때 多收系 品種 18.8kg/10a, 一般系品種 15.6kg/10a 이었다.

年度平均値의 窒素施肥量 보다 높은 年度는 多收系와 一般系品種 공히 '76, '77 및 '79年으로 多收系는

Table 2. Optimum N levels and yield for high yielding and ordinary varieties in 1971 - 1979

Years	High yielding variety				Ordinary variety			
	No. of Expt.	Opt. N levels	Yield without N	Yield with Opt. N	No. of Expt.	Opt. N levels	Yield without N	Yield with Opt. N
			-----kg/10a-----				-----kg/10a-----	
1971	31	14.5	504	657	31	12.3	406	554
1972	24	15.8	411	625	24	12.8	391	552
1975	24	16.3	513	707	24	12.6	390	486
1976	123	22.1	512	725	104	19.0	433	620
1977	128	24.0	564	757	32	20.5	468	659
1978	119	18.0	520	645	34	14.4	429	568
1979	128	21.1	523	659	34	18.0	470	618
Average	577	18.8	507	678	283	15.6	427	571
SD	-	3.6	46.5	48.1	-	3.4	33.4	57.3
C. V. (%)	-	19.1	9.2	7.0	-	21.9	7.8	9.9

21.1 ~ 24.0 kg / 10a, 一般系는 18.0 ~ 20.5 kg / 10a 範圍에 있었다.

反面 年度를 平均한 施肥量보다 낮은 年度는 品種에 關係없이 '71, '72, '75 및 '78 年으로 多收系는 14.5 ~ 18.0 kg / 10a, 一般系는 12.3 ~ 14.4 kg / 10a 範圍에 있었다.

年次間 즉 相異한 氣象年度에 따라 施肥量 增減의 差異가 있었기에 施肥量에 準 要因을 알아보기 위하여 우선 窒素 適量時의 收量과 無肥時의 收量과의 關係를 보면 그림 1 과 같다.

窒素의 無肥區收量과 適量區 收量과는 유의성 있는 正의 直線相關이 成立되었다. 벼 生育期間의 地力窒素는 日照時間이 많고 氣溫이 높으면 더욱 많이 生成 될 것이며 또한 地力窒素의 發現으로 볼 수 있는 無窒素

區 收量이 높다는 것은 李⁹⁾가 指摘한 바와 같이 土壤에서 無機化되는 NH₄-N 含量의 增加에 基因되어 窒素吸收量을 높여 主므로 適量區 收量을 높인것으로 생각된다.

Haug²⁾ 은 日本, 朴 等¹⁰⁾ 은 우리나라 全國에서 實施한 試驗 結果 無窒素區 收量과 窒素施肥區 收量과는 有意한 直線 또는 曲線的인 函數關係가 있음을 밝힌바 있다.

窒素施肥에 의해서 最大로 發現되는 適量時 收量과 窒素施肥 適正量과의 關係를 보면 그림 2 에서와 같이 多收系와 一般系品種 모두 유의성 있는 正의 상관관계를 보여 收量이 많았던 年度에는 窒素의 要求量이 많았다.

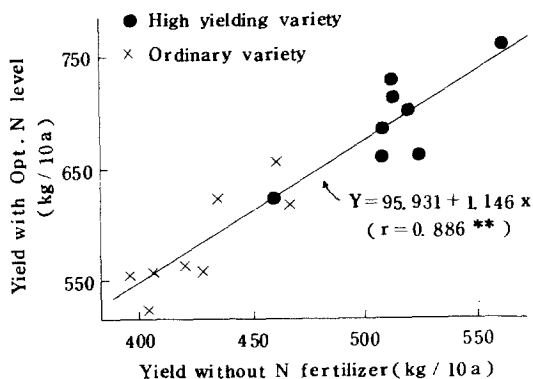


Fig. 1. Relationship between yield with optimum levels of N and yield without N fertilizer from 1971 to 1979.

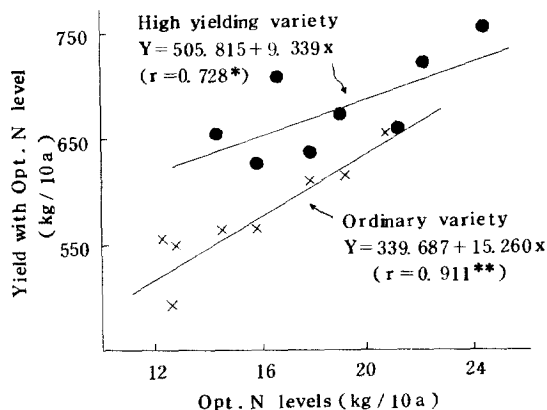


Fig. 2. Relationships between yield with optimum N levels and optimum N levels from 1971 to 1979.

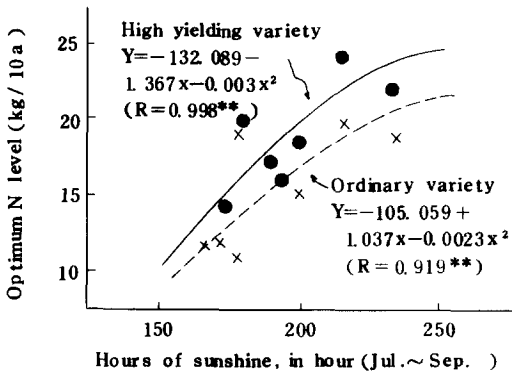


Fig. 3. Relationships between optimum N level and hours of sunshine.

高收量 벼는 稻體 및 穀粒中 窒素 化合物을 더 많이 供給해 주어야 하므로 窒素要求量이 많아진다고 하는 松島⁹⁾의 報告와도 一致되고 있다.

그림 3은 窒素施肥適正量과 日照時間과의 關係를 나타낸 것이다.

多收系 및 一般系品種에서 다 함께 7~9月的 日照時間과 窒素施肥適正量과는 1%의 有意性이 있는 正의 回歸關係를 보여 日照時間이 적으면 窒素適正량이 적은 反面 日照時間이 많으면 窒素適正량이 많은 結果를 보였다.

벼가 生育하는 우리나라 7~9月的 氣溫은 매우 높은 편이나 日照時間 및 日射量은 적으므로 同化生理面에서 炭水化合物 蓄積에 不리한 條件이 되고 있으며 이때는 幼穗形成期에서 登熟期에 걸치게 되므로 幼穗前 저장炭水化合物의 蓄積量이 많지 못하게 되어 登熟이 나쁘게 되기 쉬우므로 窒素要求量이 적은 것으로 解析되지만 收量生産期의 日照時間이 많을 경우는 安等¹⁾의 報告에서와 같이 同化物質의 轉移와 登熟을 良好하게 하므로 오히려 窒素要求量이 많아질 것으로 생각된다.

한편 벼 生育期間의 降水量에 있어서는 6~9月的 降水量보다는 7~9月的 降水量과 窒素施肥適正量과의 相關도가 더 높았다.

따라서 窒素適量과 7~9月的 降水量과의 關係를 그림 4에서 보면 負의 有意한 相關關係가 있어 降水量이 많음에 따라 窒素의 要求量이 적은 結果를 나타내었다.

벼 栽培에 있어서 7~9月的 降雨은 倒伏 및 病虫害 誘發 등과도 密接한 關係가 있으므로 窒素施肥量 面에

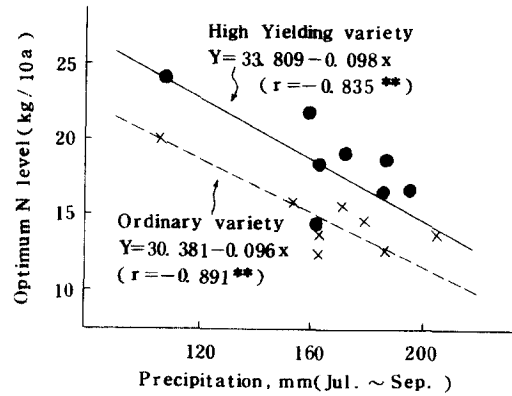


Fig. 4. Relationships between optimum N level and precipitation.

서 加減調節 해야함은 당연 할 것이다.

生育全期間의 平均氣溫과 窒素施肥量과의 關係에 있어서는 뚜렷한 傾向을 보이지 않고 있다. 다만 그림 5에서 볼 때 6~7月的 平均氣溫 22.5°C 前後에서는 窒素要求量이 많은 편이나 그 以上인 경우는 窒素要求量이 적은 傾向을 나타내었다.

이러한 結果와 關聯해서 볼 때 高緯度 地域이나 山間高冷地 벼栽培에서 收量과 溫度와는 正의 關係가 있다고 하지만 內陸 平地地에서는 負의 關係가 存在한다고 한 權等⁵⁾의 報告가 있어 平野地를 對象으로 한 本試驗結果를 뒷바침하여 주고 있으나 今後 檢討가 되어져야 할 것으로 생각된다.

溫度가 制限要因이 되는 地域이나 年度를 除外 하고

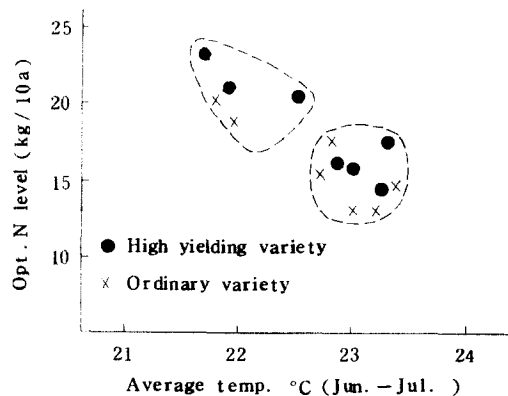


Fig. 5. Relationships between optimum N level and average temperature.

는 溫度와 收量과의 相關程度은 日照 및 降雨量과의 關係에서 보다는 높지 않다는 研究者들의 報告³⁾는 많았다.

相對濕도도 降水量, 日照時間等과 直接的인 關係가 있는 氣象要因中 하나이므로 벼 出穗期 前後에서 부터 登熟期間의 相對濕도에 따라 窒素要求도가 一定하지를 않는 것으로 判斷되어 그림 6에서와 같이 窒素適正量과 相對濕度와의 關係를 表示 하였다.

窒素施肥量과 相對濕度間에는 窒素施肥量과 降水量과의 關係에서와 같은 傾向으로 有意한 負의 相關이 있었다.

以上的 結果에서 볼 때 窒素適正量과 正의 關係가

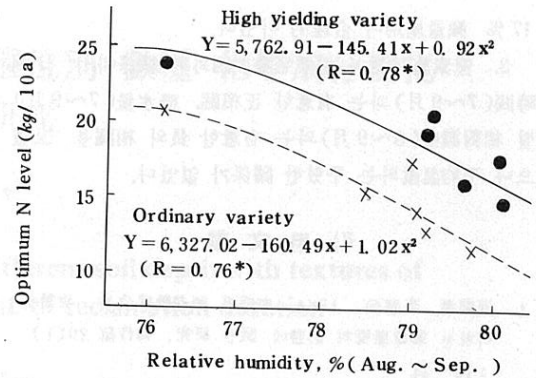


Fig. 6. Relationships between optimum N level and relative humidity.

Table 3. Optimum N levels and yields with optimum levels of N for rice according to the different climatic condition

Climatic condition	Opt. N levels		Yield with Opt. N levels	
	High yielding variety	Ordinary variety	High yielding variety	Ordinary variety
	----- kg/10a -----		----- kg/10a -----	
Favorable	22.4 (117) *	19.2 (123) *	714 (105) *	632 (111) *
Unfavorable	16.1 (86)	13.0 (83)	658 (97)	540 (95)
Average	18.8 (100)	15.6 (100)	678 (100)	571 (100)

* Index in each corresponding

成立된 氣象要因은 日照時間, 負의 關係가 成立된 氣象要因은 降水量과 相對濕度 이었다. 따라서 氣象年度를 區分하여 볼 때 氣象 好適年度는 벼 栽培期間 平均年度보다 日照時間이 많으나 降水量과 相對濕도가 적은 경우이며, 氣象不良年度는 日照時間이 적은 反面에 降水量과 相對濕도가 높은 경우임을 알 수 있다.

이러한 見地에서 氣象良否에 따른 窒素適正量과 收量を 要約 整理해 보면 表 3과 같다.

氣象環境이 好適인 年度는 多收系品種의 경우 窒素施肥量 22.4 kg / 10a 인데 대하여 正租收量은 714 kg / 10a 이며, 一般系品種은 窒素施肥量 19.2 kg / 10a 에 대하여 正租收量 632 kg / 10a 이었다. 反面 氣象環境이 不良한 年度는 多收系品種에서 施肥量 16.1 kg / 10a 에 대하여 正租收量 658 kg / 10a, 一般系品種은 窒素施肥量 13.0 kg / 10a 에 대하여 正租收量 540 kg / 10a 이었다. 年度 平均을 基準해서 볼 때 窒素施肥量은 氣象環境에 따라 14~23% 加減 調節 施用해야 하

므로서 平均收量도 3~5% 以內의 減少에서 最高 11%의 年間平均 增收을 보였다.

摘 要

1971~'79年 사이 7個年間 多收系와 一般系 벼品種을 供試하여 實施한 窒素 施肥量成績과 벼生育期間의 主要氣象要因인 日照時間, 降水量, 平均氣溫 및 相對 濕度와의 關係를 檢討한 結果, 이를 要約 하면 다음과 같다.

1. 年次間 窒素施肥量의 變異係數는 多收系 品種 19.1%, 一般系品種 21.9% 이었으며 窒素適量區 收量의 變異係數는 多收系品種 7.0%, 一般系品種 9.9% 이었다.

2. 窒素는 氣象好適年度의 경우 平均施肥量(多收系 品種 18.8 kg / 10a, 一般系品種 15.6 kg / 10a)에 比하여 17~23% 增肥하고, 氣象不良인 年度는 14~

17% 減量施用이 合理的 이었다.

3. 窒素施肥量과 主要氣象要因과의 關係에서 日照時間(7~9月)과는 有意한 正相關, 降水量(7~9月) 및 相對濕度(8~9月)와는 有意한 負의 相關을 보였으나 平均溫度와는 뚜렷한 關係가 없었다.

引用文獻

1. 安壽奉, 李鍾喆. 1984. 水稻의 穎花數成立과 收量에 미치는 氣象環境의 影響에 關한 研究. 韓作誌 29(1) : 19-24.
2. Haung Kun-Huang. 1980. Mineralization of soil organic matter. In increasing nitrogen efficiency for rice cultivation. FFTC. Taipei, Taiwan 39-52.
3. 玄在善. 1982. 氣象環境과 病蟲害發生 및 그 對策. 韓作誌 27(4) : 361-370.
4. 鄭英祥, 李定澤, 金相喆, 李亮秀, 金有燮. 1985. 水稻作況의 變遷과 氣象條件의 相關. 農試研報(作物) 27(2) : 86-92.
5. 權臣漢, 李弘祿, 洪殷熹. 1982. 夏作物의 氣象災害와 그 對策. 韓作誌 27(4) : 398-410.
6. 李春秀. 1986. 畚土壤에서 水稻增收을 위한 窒素施肥量 決定에 關한 研究. 農試研報(植環·菌茸·農加) 28 : 6-21.
7. 李殷雄. 1984. 우리나라 水稻作의 豐凶과 氣象環境과의 關聯性에 關한 研究. 서울大農學研究 9(1) : 78-88.
8. 松島省三, 和田源七, 松崎昭夫, 山浦實. 1968. 水稻收量의 成立原理 とその應用に 關する 作物學的研究. 第 82 報. 生育各期における 無窒素處理が 水稻の生育 收量におよぼす 影響. 日作記 37 : 175-181.
9. 農業技術研究所. 1971~1979. 水稻에 對한 施肥適量 試驗.
10. 朴薰, 安相培, 黃永秀. 1974. 벼의 生産力分析. V. 土壤 및 施肥生産力과 施肥效率. 韓土肥誌 7(1) : 35-42.
11. 愼鏞華. 1980. 最近 5 個年間 水原地方의 氣象環境과 水稻生育과의 關聯性에 關한 研究. 農試研報(作物) 22 : 90-107.