

緩效性肥料의 全層施肥가 벼 生育과 收量에 미치는 影響

朴慶培*

Effect of the Whole-layer Application of Slow-release Fertilizer on Growth and Yield of Rice

Kyeong Bae Park*

ABSTRACT : This experiment was carried out to find out the optimum application method of slow-release fertilizer under different soil textures, clay loam(Deogpyeong series), sandy loam (Gangseo series) in the southern region(Milyang, Kyeongnam) of Korea. The fertilizers used were Chosun slow-release fertilizer(silicate latex coated fertilizer : $N-P_2O_5-K_2O=18-12-13$) and Meister 15 (thermoplastic resin coated fertilizer : $N-P_2O_5-K_2O=14-14-14$). The two whole basal application methods such as side band placement at transplanting time of rice plant(cv. Donghaebyeon) and incorporation with soil as basal were tested. The released amount of ammonium nitrogen from the soils for 4 days submerged was 95ppm in sandy loam and 60ppm in clay loam. The greenish degree of rice leaf was higher at the whole plow layer placement method than the others. The nitrogen efficiencies of the fertilizers were Meister 15 > convention > Chosun in order and between the application methods were similar. The growth status was better at the whole plow layer placement application method of Meister 15 regardless of soils and seedling ages. The ripening ratio was increased at slow-release fertilizer application, and between application methods, whole plow layer placement was lower because of lodging damage. The yield in clay loam soil showed a significant difference between the fertilizers, but there were slight differences between the application methods and fertilizers in sandy loam soil. As a result, the slow-release fertilizer, Meister 15, applied at the whole layer showed a good rice growth and seemed a plausible fertilizing method.

施肥作業의 省力化 一環으로 全量基肥施肥法인 側條施肥法이 開發되어 普及段階에 있다. 全量基肥施肥는 一種의 地力活用型 施肥法⁷⁾으로, 이 施肥體系가 確立 되려면 먼저 土壤窒素의 精確한 無機化量 豫測이 가능하여야 하고, 施用한 肥料成分의 溶出速度, 溶出量을 調節할수 있는 緩效性被覆

肥料의 開發이 이루어져야 한다.

土壤窒素는 豫測診斷法으로 微生物의 酵素反應을 利用한 incubation法이 一般化되어있으나, 吉野·出井¹⁰⁾는 長期間 土壤을 灌水培養하여 NH_4-N 生成樣相을 구하여 有效積算地溫의 概念을 導入한 診斷法을 提唱하였고, 上野⁵⁾ 등은 反應速度

* 嶺南作物試驗場(Yeongnam Crop Experiment Station, Milyang, 627-130, Korea)

<92. 10. 17 接受>

論의 解析法을 利用한 土壤窒素의 無機量을 推定하였다. 緩效性肥料의 溶出樣相에 關해서는 上野⁶⁾ 등이 圃場埋設法과 室內培養法으로 緩效性肥料의 溶出樣相이 溫度 依存性을 갖는 것은 그해의 氣象條件에 따라 生育이 順應됨을 고려할때 必要한 要因이될 수 있겠으나, 施肥體系를 科學으로 構築하기 위해서는 溫度 依存性이 보다 鈍感한 緩效性肥料의 製品開發이 要望視 된다고 하였다.

우리나라에서도 側條施肥用 緩效性複合肥料이 開發되어 있고, '91년에 專用側條施肥機 187臺가 製作되어 農家에 普及되었으나, 이들 側條施肥機는 步行用으로 運轉操作이 힘들고, 作業 能率이 떨어지며, 操作技術의 未熟으로 施肥가 不均一하여 再次 追肥하여야 하는 번거로움이 있었고, 緩效性複合肥料自體가 側條施肥時 물에 쉽게 溶解되어 均一하게 施肥되지 않는 등의 問題點이 있으며, 또한 側條施肥는 移秧時期가 低溫인 地域에서는 有效한 技術이나 初期 生育確保가 容易한 따뜻한 地域에서는 初期過繁茂, 有效莖率의 低下, 生育中期에 肥切現象이 나타나는 등 不利한 點이 있다.²⁾ 本 研究는 側條施肥法의 問題點을 改善하고자 緩效性肥料를 利用하여 耕耘作業前에 全量全層基肥로 施用하는 施肥法을 檢討한바 그 結果를 報告한다.

材料 및 方法

本 試驗에 供試된 緩效性肥料는 朝鮮緩效性肥料(珪酸Latex被覆肥料, $N-P_2O_5-K_2O = 18-12-13$)와 Meister15(熱可塑性被覆肥料, 14-14)이었고, 試驗土壤은 慶南 密陽에 위치한 植壤土(德坪統)와 砂壤土(江西統)이었다.

供試 品種은 東海벼로 어린모(8日苗)와 中苗(30日苗)를 1991년 6월7일에 機械移秧(3.3m²當 73株)하였다. 本畝 施肥量은 植壤土에서 $N-P_2O_5-K_2O = 7.7-7-8$ kg/10a(慣行 $N=11$ kg/10a), 砂壤土에서 $N-P_2O_5-K_2O = 9.1-8-10$ kg/10a(慣行 $N=13$ kg/10a)으로 對照區인 慣行施肥量에 比하여 窒素施肥量을 各各 30% 減肥하였다. 施肥 方法은 全量을 側條施肥機로 벼

移秧과 同時에 側條施肥하는 方法(側條施肥區)과 耕耘作業前 土壤 全面에 肥料를 散布한후 耕耘하는 方法(全層施肥區)의 두가지로 處理하였다. 慣行의 窒素質肥料는 基肥-分蘖肥-穗肥-實肥 = 50-20-20-10%, 加里質 肥料는 基肥-穗肥 = 80-20%로 分施하였고, 磷酸質 肥料는 全量 基肥하였다. 供試土壤의 NH_4-N 溶出樣相은 30℃ 定溫器에서 200ml증류수에 200g을 넣어 4일간 溶出시킨후 Kjeldahl法으로 分析하였다. 벼 잎色度는 側條施肥診斷用 잎色度板(1~7)으로 側定하였다. 그의 栽培法 및 調査는 農村振興廳 調査基準에 準하였다.

結果 및 考察

1. 供試 土壤의 湛水에 의한 NH_4-N 溶出樣相

供試土壤中 암모니아態 窒素의 溶出量은 그림 1에서 처럼 湛水日數가 경과됨에 따라 增加되는 경향을 보였고, 湛水 4日째에 砂壤土에서 95ppm, 植壤土에서 60ppm溶出量을 보였다.

2. 벼 잎色度

表1은 벼 生育일수에 따른 緩效性肥料의 施肥 方法別 벼 잎色度 變化를 調査한 結果이다. 벼 잎

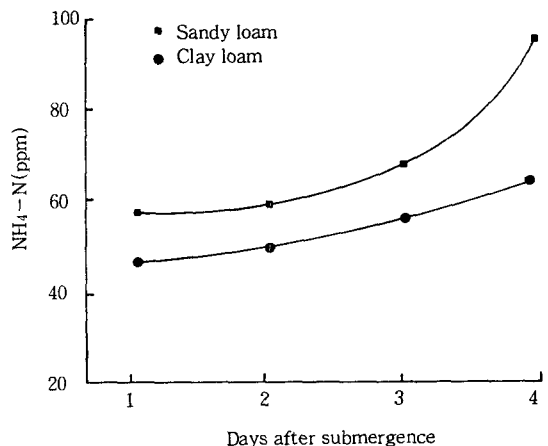


Fig. 1. Release patterns of NH_4-N from different soils under the submerged incubation condition at 30°C

色度は 벼 生育初期에 全層施肥가 側條施肥區보다 높았고, 벼 生育中期 및 後期로 갈수록 兩 肥種 모두 施肥方法間 벼 잎色度 差異는 줄어들었다. 벼 잎色도가 生育初期 全層施肥區에서 側條施肥區보다 높았던 것은 全層施肥時 緩效性肥料成分이 作土層에 골고루 分布되어 있어 利用率이 높았던 반면, 側條施肥區에서는 初期生育 促進으로 窒素濃度가 급속히 低下되었기 때문이다^{4,9)}.

3. 窒素 效率

그림2은 緩效性肥種別 施肥方法에 따른 窒素 效率를 나타낸 것이다.

緩效性肥料의 施肥方法間에는 差異가 적으면서 土壤間에는 相異한 效率를 보였다. 緩效性肥種間의 窒素 效率는 植壤土에서 苗齡에 관계없이 Meister 15가 慣行보다 높았고, 朝鮮緩效性肥料는 慣行보다 낮았다. 砂壤土에서는 慣行에 비하여 Meister 15는 어린모, 中苗 다같이 높았고, 朝鮮緩效性肥料는 어린모에서 높았으나, 中苗에서 낮았다. 土壤間의 緩效性肥料의 窒素 效率는 植壤土가 砂壤土보다 높은 傾向이었다. 이는 土壤窒素의 發現量이 앞에서 言及한 바와 같이 植壤土에서 砂

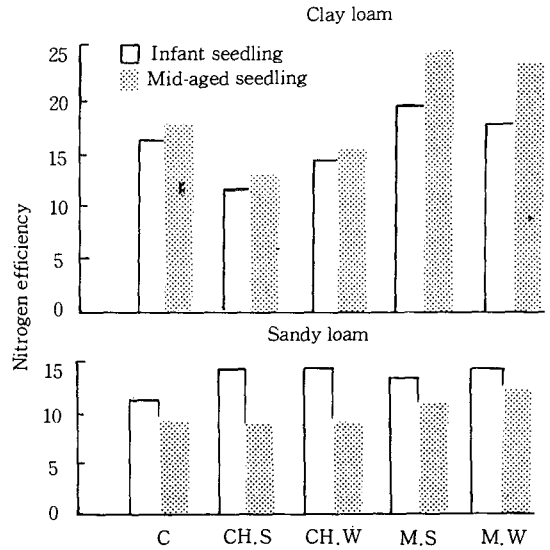


Fig. 2. Comparisons of nitrogen efficiency in different application methods of slow-release fertilizer.

$$\text{Nitrogen efficiency} = \frac{\text{Grain(Fertilized)} - \text{Grain(Unfertilized)}}{\text{Fertilizer N applied}}$$

C : Conventional fertilizer,
 CH : Chosun,
 M : Meister 15, S : Side band placement, W : Whole plow layer placement

Table 1. The greenish degree of rice leaf in different application methods of slow-release fertilizer with days after transplanting

Seedling	Fertilizer & appl. method	Clay loam			Sandy loam		
		20DAT	40DAT	70DAT	20DAT	40DAT	70DAT
Infant seedling (8 days)	Conventional fertilizer	6.0	5.0	4.5	6.0	4.5	4.5
	Chosun SBP	5.0	4.5	3.5	4.0	4.0	4.0
	Chosun WLP	6.0	5.0	3.5	6.0	4.5	4.5
	Meister 15 SBP	5.0	5.5	4.0	6.0	4.5	4.5
	Meister 15 WLP	6.0	6.0	4.5	6.0	5.0	4.5
Mid-aged seedling (30 days)	Conventional fertilizer	6.0	5.0	4.5	6.0	4.5	4.5
	Chosun SBP	5.0	4.5	3.0	4.0	4.0	4.0
	Chosun WLP	6.0	5.0	3.5	6.0	4.5	4.0
	Meister 15 SBP	6.0	5.0	4.0	6.0	5.0	4.5
	Meister 15 WLP	6.0	6.0	4.5	6.0	5.5	4.5

DAT : days after transplanting, SBP : side band placement of fertilizer, WLP : whole plow layer placement of fertilizer at plowing work

壤土보다 적은 점으로 보아 施肥窒素의 效率이 埴壤土에서 높은 것으로 推定된다.

苗齡間의 窒素效率은 埴壤土에서 中苗가 어린 모보다 높았고, 砂壤土에서 어린모가 中苗보다 높아 土壤間에 窒素 效率이 달랐다. 이는 어린모는 中苗보다 移秧後活着期間이 짧아 植傷이 甚한 砂壤土와 같은 土壤條件에서 初期生育이 有利하기 때문이다.

4. 生育 및 收量構成要素

表2와 그림3는 緩效性肥料種別 施肥方法에 따른 生育 및 收量構成要素를 調査한 結果이다. 生育日數에 따른 莖數確保 樣相은 그림3에 나타낸바와 같이 生育初期에는 兩土壤에서 肥料에 관계없이 側條施肥區에서 全層施肥區보다 많았지만, 生育이 進展됨에 따라 兩土壤에서 肥料別로 施肥方法間에 差異를 보였다. 즉 埴壤土에서 朝鮮

緩效性肥料는 生育初期부터 生育後期까지 側條施肥區에서 全層施肥區보다 莖數가 많았으나, Meister 15는 生育初期에는 側條施肥區에서 많았고, 生育後期로 갈수록 오히려 全層施肥區가 많았다. 砂壤土에서는 埴壤土와 비슷한 傾向이었으나, 特히 朝鮮緩效性肥料에서 全層施肥區의 莖數確保가 側條施肥區에 비하여 매우 低調하였다. 이는 肥料成分의 溶出速度가 不均一하고, 流失이 甚한데 起因된 것으로 推測된다.

전반적으로 緩效性肥料施用區의 莖數는 慣行施用區와 比較할때 Meister 15와 같은 緩效性肥料는 全層施肥하여도 慣行施用區와 비슷한 莖數確保樣相을 보였다.

稈長은 표2에서 보는바와 같이 Meister 15가 가장 길었고, 다음으로 慣行, 朝鮮 緩效性肥料의 順이었다. 施肥方法間에는 朝鮮緩效性肥料에서는 埴壤土에서 全層施肥區가 側條施肥4區에 비하여

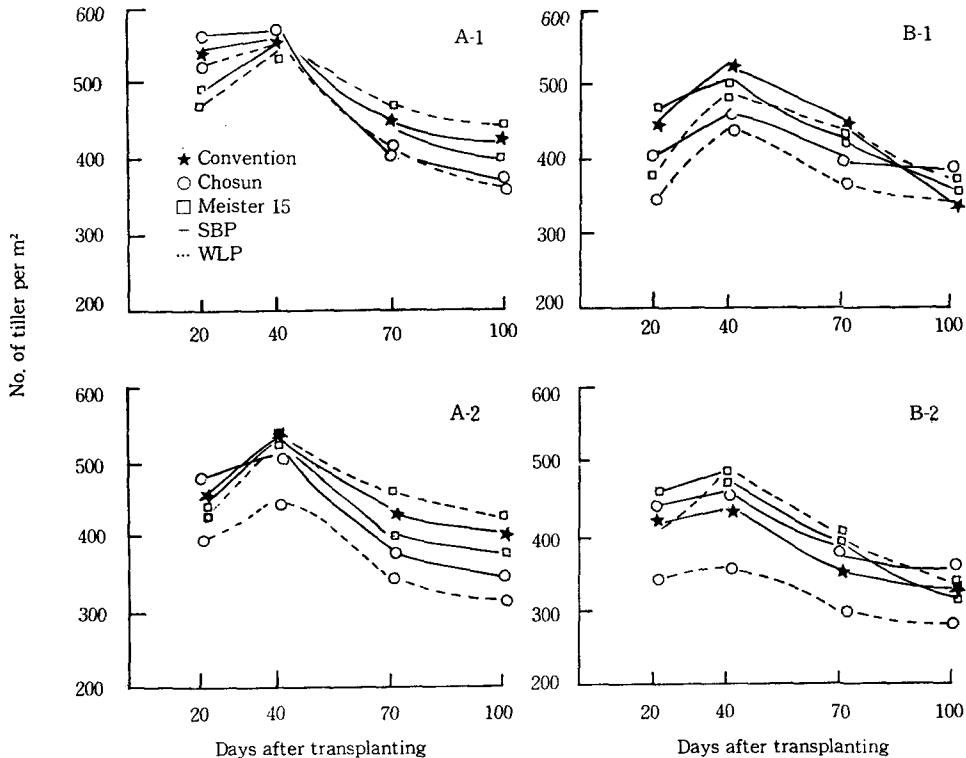


Fig. 3. Changes of tiller number per m^2 with days after transplanting in the different soils. A : Clay loam, B : Sandy loam, 1 : Infant seedling, 2 : Mid-aged seedling, SBP : Side band placement, WLP : Whole plow layer placement

Table 2. Yield and its components in different application methods of slow-release fertilizers

Soil texture	Seedling & Fertilizer	Heading date	Culm length (cm)	No. of panicles per m ²	No. of spikelets per panicle	Ripened grain ratio(%)	Yield(kg /10a)		Lodging degree (0-9)
							Milled rice	Index	
CL	(Infant)								
	Conventional fertilizer	Aug. 22	71	407	90	79	474 d	100	0
	Chosun SBP	Aug. 21	65	378	64	88	383 a	81	0
	Chosun WLP	Aug. 21	65	371	61	88	398 ab	84	0
	Meister 15 SBP	Aug. 21	73	389	60	82	442 cd	93	0
	Meister 15 WLP	Aug. 22	75	436	75	81	429 bc	91	4
	(Mid-aged)								
	Conventional fertilizer	Aug. 17	72	400	78	87	492 b	100	0
	Chosun SBP	Aug. 16	64	351	64	93	411 a	84	0
	Chosun WLP	Aug. 16	66	307	69	92	415 a	85	0
Meister 15 SBP	Aug. 17	73	380	77	88	489 b	99	0	
Meister 15 WLP	Aug. 18	74	433	82	77	478 b	97	1	
SL	(Infant)								
	Conventional fertilizer	Aug. 22	77	320	92	86	514 a	100	0
	Chosun SBP	Aug. 21	73	367	94	89	496 a	97	0
	Chosun WLP	Aug. 21	72	322	82	85	487 a	95	0
	Meister 15 SBP	Aug. 21	77	351	77	88	492 a	96	0
	Meister 15 WLP	Aug. 22	79	352	85	85	503 a	98	1
	(Mid-aged)								
	Conventional fertilizer	Aug. 18	75	340	93	90	532 ab	100	0
	Chosun SBP	Aug. 17	70	356	90	93	485 a	91	0
	Chosun WLP	Aug. 17	66	289	93	91	488 ab	92	0
Meister 15 SBP	Aug. 17	77	331	82	90	505 ab	95	0	
Meister 15 WLP	Aug. 17	77	342	93	86	537 b	101	1	

The same letters in a column means are not significantly different at the 5% level by DMRT

같거나 약간 길었으며, 砂壤土에서는 오히려 全層施肥區가 側條施肥區보다 짧았다. Meister 15는 土壤과 苗齡에 關係없이 全層施肥區에서 側條施肥區보다 길었다. 登熟率은 대체적으로 緩效性肥料가 慣行보다 높은 편이었고, 施肥方法間에는 全層施肥區가 側條施肥區보다 낮은 傾向이었으며, 特히 Meister 15의 全層施肥區에서 낮았다.

收量은 堆壤土에서 慣行에 비하여 朝鮮緩效性肥料는 어린모에서 16~19%, 中苗 15~16% 減少되었고, Meister 15는 어린모에서 7~9%, 中苗 1~3% 減少되어 肥種間에 收量減少의 差異가 컸다. 施肥方法間에는 朝鮮緩效性肥料에서 側條施肥區와 全層施肥區間에 어린모는 3%, 中苗 1%, Meister 15는 各各 2%로써 收量差異가 적었다.

砂壤土에서는 慣行에 비하여 朝鮮緩效性肥料의 어린모에서 3~5%, 中苗 8~9% 各各 減少되었고, Meister 15는 어린모에서 2~4% 減少되었으며, 中苗에서 5% 減少 또는 1% 增收되어 肥種間의 收量差異가 적었다. 또한 施肥方法間에는 朝鮮緩效性肥料에서 어린모 2%, 中苗, 1%, Meister 15는 各各 2%, 6%로 收量差異가 적었다.

벼 栽培期間中의 生育災害는 Meister 15의 全層施肥區에서만 兩土壤 모두 倒伏되었다.

以上과 같이 朝鮮緩效性肥料는 窒素施肥量을 慣行施肥量보다 30% 減肥할 경우 稈長이 짧아지고, 穗數가 적어 收量이 減少되므로 30%까지 減肥는 어려웠으나, Meister 15는 窒素施肥量을 慣行施肥量보다 30% 減肥하여도 수량감소가 적고, 全層施肥區에서 倒伏이 發生한 것으로 미루어 보아 더 減肥하여도 좋을 것으로 判斷되었다.

側條施肥時 吳³⁾ 등은 窒素減肥量을 26%까지 可能하다고 報告하였고, 李¹⁾ 등은 30% 減肥時 收量減少를 招來한다고 하였다. Wada⁴⁾ 등은 Meister와 같은 緩效性肥料는 벼 生育後期에 植物體內 窒素含量을 높이는 特性이 있고, 窒素 利用率은 速效性肥料에 비하여 倍量이라고 報告하였다. 上野⁵⁾ 등은 速效性肥料는 窒素 利用率이 基肥 32.8%, 追肥 50%, 緩效性肥料는 基肥하여 收穫까지 最終 利用率이 61.5%라고 報告한바 있으므로 施肥量의 決定은 土壤條件, 氣象, 地域 등을 充分히 考慮하여야 할 것이다.

摘 要

本 試驗은 緩效性肥料를 利用한 全量基肥施肥方法을 改善하고자 埴壤土(德坪統)와 砂壤土(江西統)에서 緩效性肥料인 朝鮮緩效性肥料와 Meister 15를 利用하여 施肥方法에 따른 緩效性肥料의 施用效果를 檢討한 結果는 다음과 같다.

1. 供試土壤別 암모니아態 窒素의 溶出量은 灌水 4日째 砂壤土에서 95ppm, 埴壤土에서 60ppm 이었다.
2. 벼 잎色度는 朝鮮緩效性肥料가 Meister 15보다 낮았고, 施肥方法間에는 側條施肥區보다 全層

施肥區에서 높았다.

3. 窒素 效率은 Meister 15 > 慣行 > 朝鮮緩效性肥料의 順으로 높았고, 施肥方法間에는 差異가 적었다.
4. 單位面積當 莖數는 朝鮮緩效性肥料는 側條施肥區가 全層施肥區보다 많았고, Meister 15는 全層施肥區가 側條施肥區보다 많았으며, 稈長은 Meister 15 > 慣行 > 朝鮮緩效性肥料의 順으로 길었고, 施肥方法間에는 全層施肥區가 側條施肥區보다 길었다. 登熟率은 緩效性肥料가 慣行보다 높았고, 施肥方法間에는 全層施肥區가 側條施肥區보다 낮았다.
5. 收量은 埴壤土에서 肥料間 收量差異가 컸으나, 施肥方法間에는 收量差異가 적었고, 砂壤土에서는 肥料間, 施肥方法間에 收量差異가 적었다.
6. 以上の 結果에서 Meister 15와 같은 緩效性肥料는 全層施肥法으로 施用하여도 좋을 것으로 判斷되었다.

引用文獻

1. 李善龍, 金尙洙, 崔旻圭, 李宗植, 朴錫洪. 1991. 벼 機械移秧栽培時 側條施肥에 依한 肥料 節減이 生育 및 收量에 미치는 影響. 農試論文輯(水稻篇)33(2) : 34~40.
2. 前田忠信. 1990. 側條と深層基肥による水稻の 生育調節. 農業および園藝65(6) : 51~54.
3. 吳龍飛, 金丙浩, 尹用大, 吳潤鎮, 朴來敬. 1991. 벼 機械移秧栽培時 側條施肥 效果 究明. (4)側條施肥에 있어서 緩效性肥料 效果. 農試論文輯(水稻篇)33(2) : 24~33.
4. 柴田義彦. 1986. 秋田縣における 側條施肥技術의 概念(1). 農業および園藝61(4) : 49~52.
5. 上野正夫, 中西政則, 大竹俊博. 1988. 土壤窒素有效化 패턴의 解析と水稻의 窒素營養 診斷法.(その2)速度論的解析による 土壤窒素의 發現豫測法. 農業および園藝63(10) : 51~54.
6. _____, 熊谷勝己, 佐藤之信, 井上每子, 田中伸幸. 1990. 土壤窒素と 緩效性被覆肥料를 利

- 用した全量基肥施肥技術.(その1)水稻の理論的窒素吸収パターンと緩効性肥料の溶出パターン特性. 農業および園藝65(7): 48~54.
7. _____, _____, _____, _____, _____, _____.
1990. 土壤窒素と緩効性被覆肥料を利用した全量基肥施肥技術.(その2)土壤窒素の發現予測と被覆肥料利用率を基にした全量基肥一發施肥體系. 農業および園藝65(11): 46~50.
8. Wada, G., R. C. Aragones and H. Ando.
1991. Effect of slow release fertilizer (Meister) on the nitrogen uptake and yield of the rice plant in the tropics. Japan Jour. Crop Sci. 60(1): 101~106.
9. 山室成一. 1986. 表層および全層施肥NH₄-Nと土壤無機化窒素の有機化, 脱窒および水稻による吸収. 日土肥誌57(1): 13~22.
10. 吉野 喬, 出井嘉光. 1977. 土壤窒素供給力の有效積算温度による推定法について. 農事試研報25: 1~62.