

キノアの生育と収量に及ぼす窒素施用の影響

富永 達・和泉 孝一
信州大学農学部附属農場

キノア(*Chenopodium quinoa* Willd.)はアカザ科の一年生作物で、南米アンデス地方が原産である(星川, 1983)。外部形態は同属の雑草のアカザやシロザに酷似している。種子を粉にし、一種のパンや粥、酒造用に利用される。種子の直径は1.5mmから2.0mmで小さいが、栄養に富み、タンパク質14~15%、脂肪4%、炭水化物51~58%を含み(Wood, 1989)、タンパク質の含有量は多くのイネ科穀類より高い値を示す。また、主要穀類に乏しい必須アミノ酸であるリジンを多く含んでいる。本種は標高4000m以上の高地や乾燥地、貧栄養の土壤でも生育が可能で、栄養価の高い作物として注目されている(Simmonds, 1965; 飯塚, 1987)。わが国では、食物アレルギー患者用の代替食品として、主にペルーからの輸入品が米価の2倍から3倍の価格で市販されている。

近年、キノアの利用が増大し、国産品の需要が高まっているにもかかわらず、わが国における栽培に関する研究はほとんどない。本研究では、キノアを異なる窒素水準のもとで栽培し、生育や収量について調査した。

材料及び方法

本研究では、19系統を供試した1992年の栽培実験の結果、生活史や外部形態、収量にもとづいて3群に分類した系統群の中から(富永・松本, 未発表)、草丈が低く早生の系統No.3、草丈が高く晩生の系統No.25及び両者の中間の形質をもつ系統No.28を供試した。

栽培は信州大学農学部附属農場実験圃場で行った。1993年5月21日に園芸培土を詰めたポリポット(直径7.5cm、深さ7.0cm)に播種し、ビニールハウス内で育苗した。6月16日に栽植密度が1個体/m²になるように圃場に移植した。窒素施用量が、0N(0kg/10a)、3N(3kg/10a)、10N(10kg/10a)及び20N(20kg/10a)の4処理区を設け、各々3反復を任意に配置した。リン酸及びカリは4kg/10aずつ全区に施肥した。収穫まで、除草及び病害虫の防除を適宜行った。

着蕾日、着蕾時の草丈、収穫時の草丈、一次分枝数、個体当たり全乾物重、果実重、種子重、種子数及び百粒重を各系統の各処理区の15個体について調査し、収穫指数(種子重/全乾物重)を算出した。なお、全乾物重の測定は、植物体を収穫後、80℃で48時間以上通風乾燥した後に行った。

結果及び考察

本実験を行った1993年の夏は、全国的に低温、多雨、寡照であった。伊那においても6月から8月の日平均気温は平年より1.2度低く、日照時間は平年の70%から80%であった。一方、この期間の総降水量は平年の約1.6倍に達した(長野県気象年報 1993年, 1994)。1993年のキノアの

生育は例年と比較して悪く、この傾向は系統No.28において特に顕著であった。伊那(標高760m, 年平均気温10.6℃)及び野辺山(標高1350m, 年平均気温6.8℃)でキノアを栽培すると、野辺山で栽培の方が生育が良いことから(富永・松本, 未発表), 1993年のキノアの生育不良はおもに日照不足に起因すると推定される。

栽培期間を通して、どの供試系統もON区の葉色は他の処理区と比較して、緑色が薄かった。ON区では生育のために必要な窒素の量が明らかに不足していたと推定される。

着蕾は、早生の系統No.3では、ON区において他の区より2日から3日遅れたが、他の系統では、着蕾まで日数に関してどの処理区間においても有意差は認められなかった。また、着蕾時の草丈は、どの供試系統においても、処理区間で有意な差異は認められなかった。

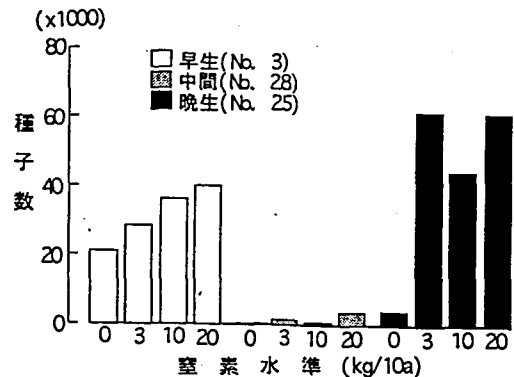
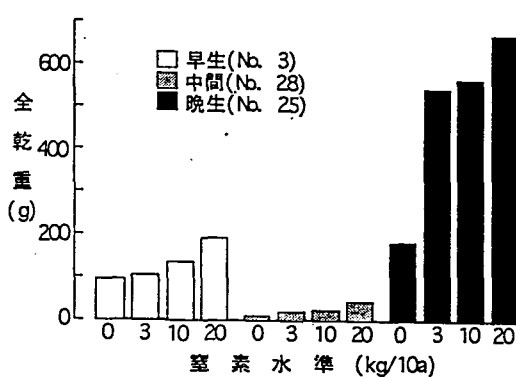
収穫は、系統No.3は10月中旬に、系統No.28は10月下旬に、系統No.25は11月中旬に、登熟した個体から行った。一般に、窒素施用量が多い区ほど熟期が遅くなる傾向が認められた。

収穫時の草丈は、系統No.3では、20N区が3N区より高かったが、他の処理区間で有意差は認められなかった。系統No.28及びNo.25では、各処理区間で有意差は認められなかった。また、一次分枝数は、系統No.3では、20N区がON区と3N区より多かったが、他の処理区間で有意差は認められなかった。系統No.28では、どの処理区間においても有意な差異は認められなかった。系統No.25では、3N区がON区より多かったが、他の処理区間で有意差は認められなかった。生育期間中、窒素施用量の多い区の個体ほど繁茂していたので、二次分枝数や三次分枝数は窒素施用量の多い区ほど多いと推定される。

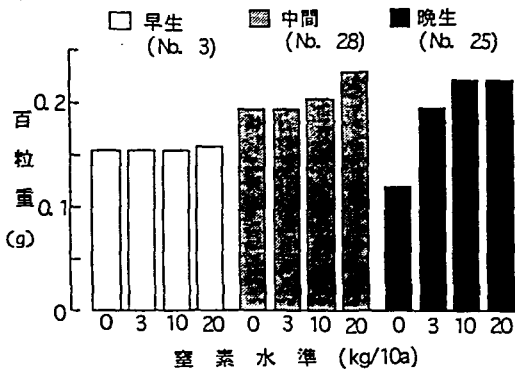
全乾物重(第1図)及び果実重は、どの系統も、窒素施用量が増すにつれ増加した。系統No.25は、20N区において全乾物重が671gに達した。

生産種子数(第2図)は、一般に、窒素施用量が増すにつれ増加したが、系統No.28及びNo.25では10N区の生産種子数が3N区より少なかった。また、系統No.25では、ON区の実産種子数が他の処理区と比較して著しく少なく、最多の3N区のわずか6%にすぎなかった。

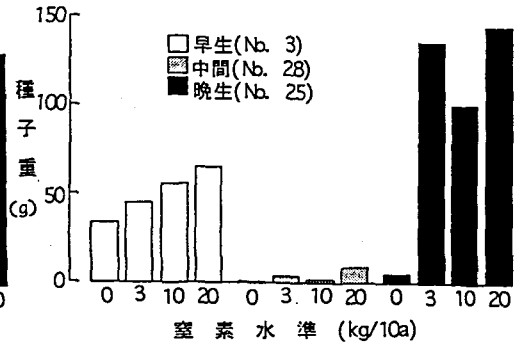
100粒重(第3図)は、系統No.3では、各処理区の間で有意差は認められなかったが、系統No.28及びNo.25では、窒素施用量が増すにつれ増加する傾向にあった。系統No.25では、ON区が他の処理区より著しく軽く、最も重かった10N区の54%にとどまった。他の調査形質とは異なり、百粒重に関しては系統No.28の値が他の2系統より大であった。系統No.28の生産種子数は他の2系



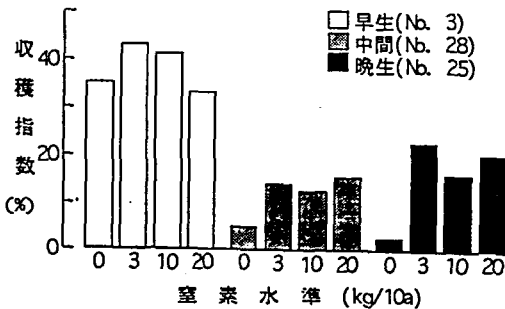
第1図 キノアの乾物生産量に与える窒素の影響 第2図 キノアの生産種子数に与える窒素の影響



第3図 キノアの百粒重に与える窒素の影響



第4図 キノアの種子重に与える窒素の影響



第5図 キノアの收穫指数に与える窒素施用量の影響

統より少なかったため、種子一個当たりの重さが重くなったのであろう。一般に、種子の大きさは植物のさまざまな形質の中で最も安定した形質の一つであるとされている (Bradshaw, 1965; Harper et al., 1970)。しかし、系統No. 25で認められたように、極端な貧栄養条件下では、種子重が低下することが示唆された。さまざまな密度や窒素水準のもとで栽培されたヒマワリ (Kawano and Nagai, 1986) やダイズ (Nagai and Kawano, 1986)、イネ及びハトムギ (Kawano et al., 1989) でも、種子重が栽培条件によって変化することが示されている。作物では、極端な栽培環境のもとでは種子の大きさが変化することは一般的であると考えられる。

全種子重 (第4図) は、系統No. 3では、窒素施用量が増すにつれ重くなったが、系統No. 28及びNo. 25では、3N区が10N区より重くなった。系統No. 28及びNo. 25の百粒重は3N区より10N区の方が重いので、この結果は種子数の差に起因すると考えられる。また、系統No. 25では、0N区が他の処理区と比較して著しく軽く、最も重かった20N区のわずか3%にすぎなかった。

收穫指数は、系統No. 3とNo. 25では、3N区が最も高く、系統No. 28では、20N区が高かった (第5図)。また、いずれの処理区においても系統No. 3の收穫指数が他の2系統と比較して大であった。近代的な品種の特性として、一般に、短稈、早生、收穫指数の向上があげられる。この観点からすれば、系統No. 3は最も改良が進んだ系統であるかもしれない。

以上の結果、キノアでは系統により窒素施用量に対する反応に差異が認められ、特に、晩生の系統No. 25では、無施肥区における生育や収量の低下が施肥区と比較して顕著であった。キノ

アの栽培では、3N区の種子生産量及び収穫指数が高かったことから、雑穀類の栽培で通常用いられる程度の窒素施用量(約3~4kg/10a)が最適であろうと考えられる。

謝辞

本実験に用いた種子は、農林水産省農業生物資源研究所及び京都大学農学部附属植物生殖質研究施設から分譲していただいた。ここに記して感謝の意を表する。

引用文献

- Bradshaw, A. D. (1965) Evolutionary Significance of Phenotypic Plasticity in Plants. *Adv. Genet.* 13: 115-155.
- Harper, J. L., P. H. Lovell and K. G. Moore (1970) The Shapes and Sizes of Seeds. *An n. Rev. Ecol. Syst.* 1: 327-356.
- 星川清親 (1983) 新編 食用作物 養賢堂, 東京. 410-413.
- 飯塚宗夫 (1987) 植物遺伝資源をめぐる諸問題(34) 農業および園芸 62: 597-601.
- Kawano, S and Y. Nagai (1986) Regulatory Mechanisms of Reproductive Effort in Plants I. Plasticity in Reproductive Energy Allocation and Propagule Output of *Helianthus annuus* L. (Compositae) Cultivated at Varying Densities and Nitrogen Levels. *Pl. Sp. Biol.* 1: 1-18.
- Kawano, S., S. Hayashi, H. Arai, M. Yamamoto, H. Takasu and T. Oritani (1989) Regulatory Mechanisms of Reproductive Effort in Plants III. Plasticity in Reproductive Energy Allocation and Propagule Output of Two Grass Species, *Oryza sativa* cv. Akihikari and *Coix ma-yuen* Cultivated at Varying Densities and Nitrogen Levels, and the Evolutionary-Ecological Implications. *Pl. Sp. Biol.* 4: 75-99.
- Nagai, Y. and S. Kawano (1986) Regulatory Mechanisms of Reproductive Effort in Plants II. Plasticity in Reproductive Energy Allocation and Propagule Output of *Glycine max* Merr. (Leguminosae) Cultivated at Varying Densities and Nitrogen Levels. *Pl. Sp. Biol.* 1: 181-194.
- 長野県気象年報 1993年 (1994) 日本気象協会長野センター, 長野. 1-96.
- Simmonds, N. W. (1965) The Grain Chenopods of the Tropical American Highlands. *Eon. Bot.*, 19: 223-235.
- Wood, R. (1989) Quinoa, the Supergrain. Japan Publications, Inc., Tokyo. 1-202.