

高地下水位がアマランサス、キノアの生育に及ぼす影響

磯部勝孝・染谷聡美・江花慶美・山口美緒・氏家和広・石井龍一

(日本大学生物資源科学部)

要旨：アマランサスやキノアについて地下水位が生育や収量へ及ぼす影響を明らかにした。供試したアマランサスは *A. caudatus* L., *A. cruentus* L., *A. hypochondriacus* L. の3種でキノアの供試品種は Baer2 と NL-6 である。地下水位は水を入れた深さの異なる容器にポットを浸して調整した。*A. hypochondriacus* L. は *A. caudatus* L. や *A. cruentus* L. に比べ、より高い地下水位でも出芽率や生育・収量の低下が少なかった。また、*A. hypochondriacus* L. は地下水位 3 cm でも播種後 70 日目の枯死率が対照区と変わらなかった。このことから、供試した3種のアマランサスの中で *A. hypochondriacus* L. は高地下水位における生育量の低下が他の2種に比べ少ないと考えられた。一方、キノアはアマランサスの *A. hypochondriacus* L. より地下水位の上昇による生育量の低下が生じやすく高地下水位に対する耐性は *A. caudatus* L. や *A. cruentus* L. と同程度であると考えられた。さらに、これらを栽培するにあたってはダイズを栽培する時以上に地下水位を低下させる必要があると考えられた。

キーワード：アマランサス、キノア、生育、地下水位。

アマランサスやキノアは、子実にはコメやコムギにはあまり含まれていないカルシウム、リン、鉄などのミネラルが豊富に含まれ、しかもアミノ酸組成のバランスがよいことから、国内において需要が増大している (小西 2000, 光永 2000, 小西 2002, 渡辺 2002)。さらに、アマランサスやキノアの子実にはコレステロールを低下させる成分が含まれていることが明らかになり、アレルギー患者への代替食品としての活用が可能であることも示唆されている (千葉 1997, 小西 2002)。したがって、今後も国内においてアマランサスやキノアの需要が益々増えると予想され、これらの作物についても国内で生産する必要性が生じると考えられる。

アマランサスはヒユ科、ヒユ属に属する 60 種あまりの作物の総称で、その多くは中米や南米アンデス地方が原産で、キノアは南米アンデス地方を原産とするアカザ科の作物である (西山 1989, 藤倉ら 2003)。これらの作物の主産国はボリビアやペルーなど南米の国々で、我が国での栽培はアマランサスについては岩手県を中心に一部国内で行なわれている (勝田 2002, 長谷川 2003)。しかしながら両作物とも我が国での栽培面積はわずかであり、国内で消費されている大部分を南米や中国、インドなどの国々からの輸入に頼っている。

一般的にアマランサスやキノアは耐乾性に優れ、少ない土壌水分のもとでも生育障害や収量の低下が生じにくい作物である (Vacher 1998, Jensen et al. 2000)。しかし、我が国の降水量はアマランサスやキノアの栽培が盛んなペルーやボリビアの高原地帯より極めて多いことからこれらの作物を我が国で栽培した場合、土壌の過湿や地下水位の上昇による生育障害や収量の低下が問題になることが予想される。さらに、我が国では近年コメの消費量が減少し長年水田として利用してきた圃場を水田転換畑にして畑作物を栽

培する傾向にあることから、アマランサスやキノアも国内での生産量の拡大をはかるには水田転換畑に導入することが有効と考える。しかし、畑作物を栽培した時、地下水位が高くなったり土壌が過湿になったりすると多くの作物で湿害が生じ、単位面積当たりの収穫量が低くなる (鬼頭・吉田 1990, 杉本 1994)。ただし、水田転換畑においても適切な土地改良や暗渠排水の設置により地下水位を低下させれば普通畑で栽培した時と同様な収穫量を得ることも報告されている (澤 1987, 世古ら 1987, 安川 1997)。以上のことからアマランサスやキノアについてもあらかじめ地下水位や土壌水分と生育・収量の関係を明らかにしておく必要があると考える。そこで本研究では高地下水位条件下においてアマランサスやキノアを栽培した際、どの程度の地下水位であれば湿害を受けないのか明らかにするとともに、これらの作物の中で地下水位が高い条件でも障害を受けにくい作物があるのか調査した。

材料と方法

すべての実験を通して供試したアマランサスは岩手大学で維持されてきた *Amaranthus caudatus* L., *Amaranthus cruentus* L. および *Amaranthus hypochondriacus* L. である (平野ら 1988, 平野ら 1990)。また、キノア (*Chenopodium quinoa* WILLD.) の供試品種は Baer 2 と NL-6 で、アルゼンチンのブエノスアイレス大学から分譲を受けたものである。これらの系統は実験を開始する前に一度栽培し、成熟期や穂の形態等が同じ個体から採種して実験に供試した。また、実験 3 で使用したダイズ (*Glycine max* (L.) Merr.) の供試品種はエンレイである。

実験 1 地下水位の違いが出芽に及ぼす影響

直径 9 cm、高さ 7.5 cm で底に直径 2 cm の穴が開いた

黒ビニールポットにバーミュキライトをポットのふちまで充填し、30粒の種子を深さ1 cmの位置に播種した。その後ポットを25℃の暗黒条件の恒温室に置き実験を行った。試験区は地下水位0 cm、1 cm、2 cm、3 cm、5 cmの5区を設け、各区3ポット用意した。ポットを水の量が異なるバットにつけて地下水位を調整した。本実験では水位がポットに播種した種子の高さになることを0 cmとし、1 cm区～5 cm区はバットの水位が種子の位置からそれぞれ1 cm～5 cm低いことを意味する。なお、このことは以下の実験でも同様とする。

実験開始後12日目にはアマランサス、キノアともに全ての試験区で新たな出芽が認められなくなったのでこの時点で各区の出芽数を数え、出芽率を算出した。

実験2 高地下水位が個体の生存に及ぼす影響

アマランサスとキノアを穴付きの1/2000aワグネルポットで栽培した。ポットに充填した土壌は本学藤沢農場の黒ボク土を4.75 mm目のふるいにかけ、目を通ったものである。肥料は、1ポット当たり硫酸アンモニウム9.0 g、過リン酸石灰10.0 g、塩化カリウム4.5 gを全量基肥としてポット中ほどに入れよく混和したのち、さらに土壌をポットの底から29 cmの高さまで入れた。2002年5月15日にアマランサスとキノアの種子を播種した。播種数は1ポット当たり20粒でいずれもポットに詰めた土壌の表面から1 cmの深さに播種した。出芽後間引きを行い、1ポット当たり2個体とした。試験区は、対照区と高地下水位区を設けた。高地下水位区はポットを地下水位が3 cmになるように調整したプールに浸した。いずれの区とも11ポット供試した。高地下水位処理はアマランサスでは播種後18日目の6月2日、キノアは播種後20日目の6月4日に始めた。播種後20日目から各区の枯死した個体を数え始めたところ70日目の7月24日以降は新たに枯死した個体が多かったことからこの日に生存している個体数をポットごとに数え、各区の枯死率を求めた。また、6月11日から週に2回の割合で各区の土壌水分を土壌水分計（大起理化学工業株式会社製 DIK-311A）を用いて測定した。

実験3 地下水位の違いが生育、子実重に及ぼす影響

実験は2003年に穴付きの1/2000aワグネルポットを用いて行った。ポットへの土壌と肥料の充填方法は実験2と同じである。その後さらに土壌をポットのふちまで充填した。アマランサスとキノアは2003年4月28日にポット当たり10粒播種し、その後処理を開始する前に間引きを行い1ポット当たり2個体とした。ダイズは7月18日にポット当たり6粒播種し、高地下水位処理を開始した8月5日に1ポット当たり2個体とした。深さの異なるビニールプールにポットを浸して地下水位を調整した。処理区は地下水位が22.5 cmとなるようにした22.5 cm区のほか14.5 cm区と6.5 cm区を設けた。処理はアマランサスについて

は第2葉展開期(6月10日)にキノアは第4葉展開期(Baer2は5月22日、NL-6は5月29日)、ダイズは第2本葉展開期(8月5日)に開始し、いずれの作物も収穫期まで行った。なお、ダイズでは22.5 cm区のみ処理区を設けた。これらの処理区のほかにポットを圃場に置いて生育した対照区を設けた。アマランサスとキノアは9ポットで、ダイズは15ポットで試験を行った。

5月29日から8月28日までの間、週に2回各区の土壌水分を土壌水分計（大起理化学工業株式会社製 DIK-311A）を用いて測定した。6月19日と7月11日にアマランサスとキノアについて草丈、茎径、葉身SPAD値の調査を行った。茎径はノギスで子葉節と第1本葉節間の中央付近の最大径を測定した。葉身SPAD値は各個体の最も大きな葉をSPAD計（コニカミノルタ社製 SPAD-502）で測定した。

アマランサスとキノアの収穫は8月30日から9月13日の間に成熟した個体から適宜行い、穂をビニールハウス内で乾燥させた後、収穫調査を行なった。収穫調査の対象とした子実はアマランサスのうち*A. hypochondriacus* L.と*A. caudatus* L.は0.71 mmの篩に残ったものを、*A. cruentus* L.は0.85 mm、キノアは1.00 mmの篩に残ったものである。

ダイズの収穫は10月20日に行い、ビニールハウス内で乾燥後直径が5 mm以上の子実を収穫調査の対象とした。

結 果

実験1 地下水位の違いが出芽に及ぼす影響

アマランサスの*A. caudatus* L.とキノアは0 cm区になると出芽率が低下し、0 cm区と1 cm区の間に5%レベルで有意差が認められた。しかし、*A. cruentus* L., *A. hypochondriacus* L.では0 cm区と1 cm区の間に有意差が認められなかった(第1表)。

実験2 高地下水位が個体の生存に及ぼす影響

高地下水位区の土壌水分は実験期間を通じておおむね50～60%で推移した。一方、対照区は20～50%の間で推移し、このうち多くは40%前後であった(第1図)。

アマランサスのうち*A. caudatus* L.とキノアの2品種は対照区に比べ高地下水位区で枯死率が著しく高まり、対照区との間に枯死率に0.1%または5%レベルで有意差が認められた。一方、アマランサスの*A. cruentus* L.と*A. hypochondriacus* L.は対照区と高地下水位区の枯死率に大きな差はなく両区の間には有意差は認められなかった(第2図)。

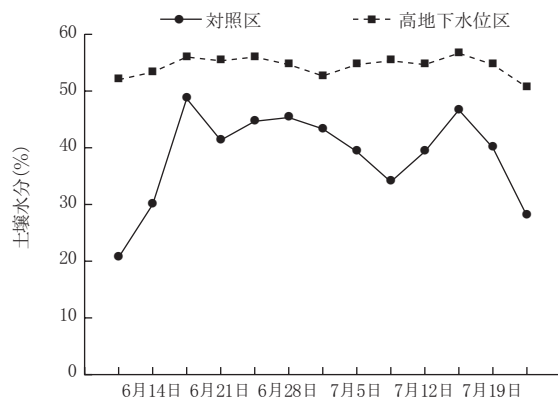
実験3 地下水位の違いが生育、子実重に及ぼす影響

土壌水分の推移は調査を開始から収穫期まで地下水位が高い区ほど高く、6.5 cm区ではおおむね50～60%、14.5 cm区は50%前後、22.5 cm区では40～50%で推移した。また、対照区の土壌水分は地下水位が最も低い22.5 cm区よりも低く推移した(第3図)。

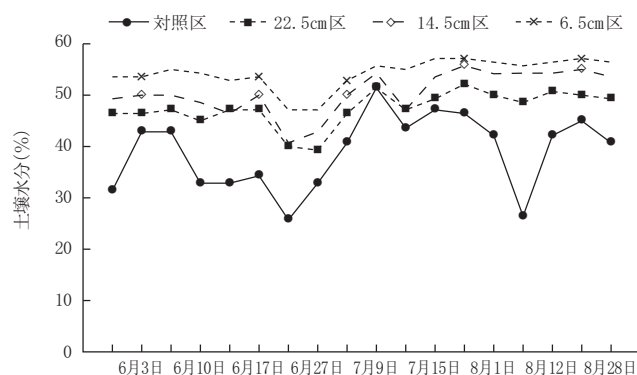
第1表 地下水位の違いがアマランサス、キノアの出芽率(%)に及ぼす影響.

種 (品種)	5cm 区	3cm 区	2cm 区	1cm 区	0cm 区
<i>A. caudatus</i>	72.2a	73.3a	78.9a	75.6a	38.9b
<i>A. cruentus</i>	75.6a	82.2a	90.0a	83.3a	78.9a
<i>A. hypochondriacus</i>	84.4ab	84.4ab	94.4a	65.6b	81.1ab
<i>C. quinoa</i> (Baer2)	64.4a	70.0a	66.7a	41.1a	16.7b
<i>C. quinoa</i> (NL-6)	70.0a	63.3a	73.3a	63.3a	10.0b

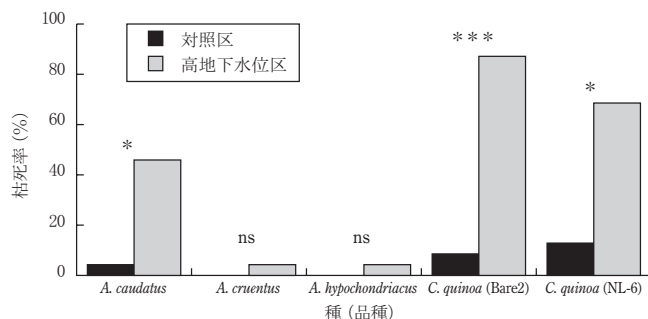
同一アルファベット間にはアマランサスは種内、キノアは品種内の試験区間において5%レベル (Tukey法) で有意差がないことを示す.



第1図 実験2での対照区と高地下水位区の土壤水分の推移.



第3図 実験3での各区の土壤水分の推移.



第2図 高地下水位処理がアマランサス、キノアの生存に及ぼす影響.

***, *, ns はそれぞれ試験区間に0.1%, 5%レベルで有意差あり, 有意差がないことを示す.

6月19日はアマランサスでは処理開始9日目にあたる. 同日の調査では *A. cruentus* L. と *A. hypochondriacus* L. はいずれの調査項目とも試験区間に差がなかった. しかし, *A. caudatus* L. では22.5 cm区以上に地下水位が高くなると草丈が低くなった. さらに, 処理開始31日目にあたる7月11日では *A. hypochondriacus* L. はいずれの調査項目においても対照区と22.5 cm区間に有意な差がなかったが, *A. cruentus* L. と *A. caudatus* L. は対照区と22.5 cm区間に有意差が認められ, 22.5 cm区以上の地下水位では草丈, 茎

径及びSPAD値が著しく低下した (第2, 3表).

キノアはアマランサスより処理開始日が12日から19日早く, 6月19日は処理開始21日 (NL-6) と28日目 (Baer2) に, 7月11日は43日目 (NL-6) と50日目 (Baer2) にあたる. キノアではいずれの調査日においても両品種とも22.5 cm区以上に地下水位が高くなると草丈, 茎径及びSPAD値が低下した (第2, 3表).

A. hypochondriacus L. とダイズ以外は22.5 cm区になると著しく子実重が低下し, 対照区との間に5%レベルで有意差が認められた. しかし, *A. hypochondriacus* L. とダイズでは22.5 cm区と対照区間に子実重の差はなかった. 同様にポット当たりの粒数は *A. hypochondriacus* L. とダイズ以外では22.5 cm区で対照区に比べ著しく減少したが, *A. hypochondriacus* L. とダイズでは減少しなかった. また, 千粒重はいずれの作物も試験区間に有意差は認められなかった (第4表).

考 察

A. caudatus L. は地下水位が0 cm区で出芽率が低下したが, *A. cruentus* L. や *A. hypochondriacus* L. は0 cm区における出芽率と5 cm区の出芽率の間には有意差がなかった (第1表). また, 地下水位の違いが枯死率に与える影響では *A. cruentus* L. や *A. hypochondriacus* L. は対照区と高地下水位区の間で差はなかったが, *A. caudatus* L. は高地下水位区に

第2表 地下水位の違いがアマランサス、キノアの生育に及ぼす影響(6月19日).

調査項目	種 (品種)	対照区	22.5cm 区	14.5cm 区	6.5cm 区
草丈(cm)	<i>A. caudatus</i>	4.2a	2.5b	2.2b	2.0b
	<i>A. cruentus</i>	3.4a	3.1a	2.9a	3.0a
	<i>A. hypochondriacus</i>	5.2a	5.0a	4.9a	5.0a
	<i>C. quinoa</i> (Baer2)	25.2a	17.7b	9.8c	8.7c
	<i>C. quinoa</i> (NL-6)	11.5a	8.3b	7.4b	7.0b
茎径(mm)	<i>A. caudatus</i>	1.8a	1.3a	1.4a	1.3a
	<i>A. cruentus</i>	2.1a	2.2a	2.0a	2.1a
	<i>A. hypochondriacus</i>	2.4a	2.3a	2.1a	2.0a
	<i>C. quinoa</i> (Baer2)	5.0a	3.1b	2.7b	1.9b
	<i>C. quinoa</i> (NL-6)	3.3a	1.8b	2.0b	2.1b
SPAD値	<i>A. caudatus</i>	17.7a	16.8a	16.1a	20.4a
	<i>A. cruentus</i>	23.6a	24.9a	23.5a	20.7a
	<i>A. hypochondriacus</i>	25.3a	25.4a	25.3a	24.9a
	<i>C. quinoa</i> (Baer2)	43.8a	35.7b	30.4b	24.8c
	<i>C. quinoa</i> (NL-6)	37.5a	33.2ab	28.4b	26.4b

同一アルファベット間にはアマランサスは種内、キノアは品種内の試験区間において5%レベル (Tukey法) で有意差がないことを示す。

第3表 地下水位の違いがアマランサス、キノアの生育に及ぼす影響(7月11日).

調査項目	種 (品種)	対照区	22.5cm 区	14.5cm 区	6.5cm 区
草丈(cm)	<i>A. caudatus</i>	15.2a	4.5b	3.8b	2.4b
	<i>A. cruentus</i>	15.8a	9.2b	5.4b	4.0b
	<i>A. hypochondriacus</i>	17.7a	15.5ab	13.1b	10.7b
	<i>C. quinoa</i> (Baer2)	56.1a	38.9b	13.4d	26.3c
	<i>C. quinoa</i> (NL-6)	24.7a	15.3b	9.2c	13.4b
茎径(mm)	<i>A. caudatus</i>	5.4a	2.4b	1.8b	2.0b
	<i>A. cruentus</i>	7.1a	4.6b	2.8b	3.0b
	<i>A. hypochondriacus</i>	5.6a	3.8a	2.1b	2.0b
	<i>C. quinoa</i> (Baer2)	7.0a	4.2b	2.7c	2.0c
	<i>C. quinoa</i> (NL-6)	5.9a	3.3b	2.5bc	2.2c
SPAD 値	<i>A. caudatus</i>	24.7a	19.1b	14.2c	14.4c
	<i>A. cruentus</i>	36.2a	29.1b	22.6c	19.3c
	<i>A. hypochondriacus</i>	28.4a	26.2ab	19.3bc	15.8c
	<i>C. quinoa</i> (Baer2)	30.0a	24.1b	17.3c	8.9d
	<i>C. quinoa</i> (NL-6)	41.1a	19.8b	23.4b	27.4b

同一アルファベット間にはアマランサスは種内、キノアは品種内の試験区間において5%レベル (Tukey法) で有意差がないことを示す。

ると枯死率が著しく高まり、対照区との間に5%レベルで有意差が認められた (第2図). 生育量は7月11日の調査において *A. hypochondriacus* L. は22.5cm区と対照区の違いに草丈、茎径、SPAD値ならびにポットあたり子実重に差がなかったが *A. caudatus* L. や *A. cruentus* L. は22.5cm以上の地下水位で生育や子実重が低下した (第3表). これらのことから今回供試した3種のアマランサスの中では *A. hypochondriacus* L. が高い地下水位に対して最も適応能力が

あると言える. したがってアマランサスを栽培した時に高地下水位による生育や収量の低下を最小限にするには *A. hypochondriacus* L. を用いるとよいと考える. この結果はチャカタカーンら (1993) の結果とほぼ一致するものである.

キノアは土壌の乾燥や土壌水分の低下に対して他の作物より耐性がある (Vacher 1998, Jensen et al. 2000). その結果、これまで土壌の乾燥や土壌水分の低下がキノアの生育に及

第4表 地下水位の違いがアマランサス、キノア、ダイズのポットあたり子実重に及ぼす影響.

調査項目	種 (品種)	対照区	22.5cm 区	14.5cm 区	6.5cm 区
子実重(g/ポット)	<i>A. caudatus</i>	0.97a	0.16b	0.05b	0.03b
	<i>A. cruentus</i>	1.46a	0.31b	0.21b	0.19b
	<i>A. hypochondriacus</i>	1.20a	1.23a	0.27b	0.28b
	<i>C. quinoa</i> (Baer2)	3.69a	0.76b	0.29b	0.07b
	<i>C. quinoa</i> (NL-6)	3.07a	1.03b	0.43bc	0.11c
	<i>Glycine max</i> (L.) Merr.	11.3a	12.6a	—	—
粒数(粒/ポット)	<i>A. caudatus</i>	1960a	366b	147b	79b
	<i>A. cruentus</i>	2480a	555b	335b	330b
	<i>A. hypochondriacus</i>	1548a	1649a	455b	532b
	<i>C. quinoa</i> (Baer2)	3125a	652b	207b	45b
	<i>C. quinoa</i> (NL-6)	2561a	625b	284bc	69c
	<i>Glycine max</i> (L.) Merr.	49.5a	54.0a	—	—
千粒重(g)	<i>A. caudatus</i>	0.43a	0.41a	0.37a	0.37a
	<i>A. cruentus</i>	0.58a	0.53a	0.58a	0.54a
	<i>A. hypochondriacus</i>	0.55a	0.62a	0.59a	0.56a
	<i>C. quinoa</i> (Baer2)	1.20a	1.19a	1.29a	1.34a
	<i>C. quinoa</i> (NL-6)	1.19a	1.63a	1.56a	1.42a
	<i>Glycine max</i> (L.) Merr.	228a	234a	—	—

同一アルファベット間にはアマランサスは種内、キノアは品種内の試験区間において5%レベル (アマランサスとキノア
は Tukey 法, ダイズは2標本t検定) で有意差がないことを示す.

—は試験区を設けなかったことを示す.

ぼす影響を明らかにした研究は数多くあるが (Aufhammer et al. 1994, Vacher 1998, Jensen et al. 2000), 土壌の過湿や高い地下水位がキノアの生育や収量に及ぼす影響を明らかにした研究はない. しかし我が国の年間降水量はキノアの原産地と考えられているアンデス地方より著しく多いことから, 我が国においてキノア栽培の拡大を目指すには高地下水位の影響を明らかにしておくことが重要と考える.

キノアに対する地下水位の影響は *A. caudatus* L. とほぼ同様の傾向を示した (第2図, 第1-4表). すなわちいずれの品種とも出芽率は0 cm 区で低下し, 高地下水位区で著しく枯死率が高まった. さらに, 地下水位が22.5 cm 以上になると生育や子実重が低下した. このことはキノアの高い地下水位に対する耐性が *A. caudatus* L. と同じ程度であり, *A. hypochondriacus* L. より弱いことを示すものと考ええる. 本研究はキノアの生育に対して高地下水位がどのような影響を及ぼすか明らかにした初めての研究であり, 地下水位が高い地域でキノアを栽培する際に極めて重要なデータを得たと考える. ただし, 今回の結果ではキノアがどの程度の地下水位であれば生育や子実重の低下を招かないのかは不明であり, 今後はこのことを明らかにする必要がある. また, 同じ地下水位や土壌水分であっても作物の生育に対する影響は土壌の種類によって異なる (Aufhammer et al. 1994, Bavec and Mlakar 2002). 従って, 様々な土壌で同様の実験を行い, どのような土壌であれば地下

水位が高くても生育や収量の低下を招きにくいのか明らかにして, 高地下水位による障害が少ない土壌を明確にすることも重要であると考ええる.

平成12年度から「水田を中心とした土地利用型農業活性化対策」が実施され, 水田転換畑における畑作物の作付面積は増加傾向にある. ダイズもその典型的な例であり, 平成15年度の我が国におけるダイズの作付面積約15万 haのうち, おおよそ85%にあたる12.9万 haが水田転換畑で栽培されている (農林水産省大臣官房統計部 2004). しかし, 水田転換畑で栽培されているダイズの多くは土壌の過湿による生育障害や収量の低下が問題であり (杉本1994), 圃場の地下水位の違いによってダイズの生育や収量は大きく変化することも報告されている (Shimada et al. 1995). 本研究ではダイズの子実重は対照区と地下水位22.5 cm 区に間に差がなかった (第4表). 一方, *A. hypochondriacus* L. を除くアマランサスやキノアでは22.5 cm 区の子実重は対照区より低く, 両区の間には5%レベルで有意差が認められた. このことは *A. hypochondriacus* L. 以外のアマランサスやキノアを水田転換畑で栽培する際にはダイズを栽培する場合以上に地下水位を下げないと収量低下が生じることを示唆する. 我が国においてアマランサスやキノアの作付面積の拡大を図るには水田転換畑での栽培が必要不可欠と考えるが, 本研究の結果からこれらの作物を水田転換畑で栽培する際にはダイズを栽培する時以上

に土壤改善を行って地下水位を低下させるなどの対策を講じる必要がある。

謝辞：本研究を実施するにあたり種子の分譲をしていただいたブエノスアイレス大学 Dr. Bertero と岩手大学黒田栄喜博士に感謝の意を表す。

引用文献

- Aufhammer, W., H.-P. Kaul, M. Kruse, J.H. Lee and D. Schwesig 1994. Effects of sowing depth and soil conditions on seedling emergence of amaranth and quinoa. *Eur. J. Agron.* 3 : 205–210.
- Bavec, F. and S.G. Mlakar 2002. Effects of soil and climatic conditions on emergence of grain amaranths. *Eur. J. Agron.* 17 : 93–103.
- チャカタカーン ソムチャイ・西山喜一・田辺猛 1993. 土壤水分の相違がアマランサス (*Amaranthus* spp.) の生育・収量に及ぼす影響. *熱帯農業* 37 : 269–276.
- 千葉友幸 1997. アマランサスのアレルギー代替食への応用 —過敏食物の除去と患者の栄養確保に—, *食の科学* 1997 年 11 月号 : 32–35.
- 長谷川聡 2003. 岩手県における雑穀栽培の歩みと最近の動き. 第 7 回アマランサス・キノアシンポジウム講演要旨集 : 1–4.
- 平野貢・晴山信一・西沢直行・田中学・本庄一雄 1988. アマランサスの栄養特性. *日作東北支部報* 31 : 83–84.
- 平野貢・本庄一雄・黒田栄喜・晴山信一・三浦保 1990. 子実用アマランサスの生育・収量特性. *日作東北支部報* 33 : 49–54.
- Jensen, C.R., S.-E. Jacobsen, M.N. Andersen, N. Nunez, S.D. Andersen, L. Rasmussen and V.O. Mogensen 2000. Leaf gas exchange and water relation characteristics of field quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) during soil drying. *Eur. J. Agron.* 13 : 11–25.
- 勝田真澄 2002. 国産向けアマランサスの品種開発の意義と栽培への展望. 第 6 回アマランサス・キノアシンポジウム講演要旨集 : 2–5.
- 鬼頭誠・吉田重方 1990. アルファルファの生育および窒素栄養に及ぼす土壤水分環境の影響. *日作紀* 59 : 455–460.
- 小西洋太郎 2000. アマランサスの特性と利用. *食品と科学* 42 : 73–77.
- 小西洋太郎 2002. 擬穀物アマランサス, キノアの栄養特性とアレルギー代替食品への応用. *日本栄養・食糧学会誌* 55 : 299–302.
- 光永俊郎 2000. キノアの特性と利用. *食品と科学* 42 : 77–84.
- 西山喜一 1989. 新資源作物アマランサスの作物化ことに高付加価値化について. *日本作物学会関東支部会報* 第 4 号 : 13–16.
- 農林水産省大臣官房統計部 2004. 平成 15 年産作物統計 (普通作物・飼料作物・工芸農作物). *農林統計協会*, 東京. 104–105.
- 澤豊則 1987. 転換畑作ダイズ増収のための土壌管理. *農及園* 62 : 1375–1379.
- 世古晴美・佐村薫・加護谷栄章・二見敏三・吉倉惇一郎・沢田富雄・青山喜 1987. 排水改良転換畑における大豆栽培の多収安定化 第 3 報地下水位の高低と灌水の影響. *兵庫県農業総合センター研究報告* 35 号 : 21–24.
- Shimada S., M. Kokubun and S. Matsui 1995. Effects of water table on physiological traits and yield of soybean I. Effects of water table and rainfall on leaf chlorophyll content, root growth and yield. *Jpn.J.Crop Sci.* 64 : 294–303.
- 杉本秀樹 1994. 水田転換畑におけるダイズの湿害に関する生理・生態学的研究. *愛媛大学農学部紀要* 39 : 75–134.
- 藤倉雄司・本江昭夫・山本紀夫 2003. 知られざるアンデス高地の雑穀. *農耕の技術と文化* 26 : 25–52.
- Vacher, J.J. 1998. Responses of two main Andean crops, quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) and papa amarga (*Solanum juzepczukii* Buk.) to drought on the Bolivian Altiplano : Significance of local adaptation. *Agric. Ecosyst. Environ.* 68 : 99–108.
- 渡辺克美 2002. 食品素材としてのキノア—その成分特性, 抗酸化性. 第 6 回アマランサス・キノアシンポジウム講演要旨集 : 18–22.
- 安川博之 1997. 転換畑黒ダイズにおける営農的排水対策. *京都農研報*. 19 : 87–89.

Effects of High Ground-Water Level on the Growth of Amaranth and Quinoa : Katsunori ISOBE, Satomi SOMEYA, Yoshimi EBANA, Mio YAMAGUCHI, Kazuhiro UJIIE and Ryuichi ISHII (*Nihon Univ., Fujisawa 252-8510, Japan*)

Abstract : The effect of ground-water level on the growth and yield of amaranth and quinoa was examined. Three species of amaranth (*Amaranthus caudatus* L., *A. cruentus* L. and *A. hypochondriacus* L.) and two varieties of quinoa (Baer 2 and NL-6) were tested. Ground-water level was controlled by immersing the pots in containers with different depths. The rate of seedling emergence and growth were less decreased by elevating the ground-water level in *A. hypochondriacus* L. than in other two species of amaranth. Furthermore, the death ratio of *A. hypochondriacus* L. at the 70th day after sowing at the ground-water level of 3 cm was not different from that at low ground-water level. From the results, *A. hypochondriacus* L. was judged to grow better than the other two species (*A. caudatus*, *A. cruentus*) at shallow ground-water levels. On the other hand, the growth of quinoa varieties was more severely damaged by shallow ground-water level than *A. hypochondriacus* L., and we judged that the resistance to moist soil of quinoa was close to that of the other two species of amaranth. To cultivate amaranth and quinoa in the converted upland field, it may be necessary to keep ground-water level deeper than that for the cultivation of soybean and to avoid excessive moisture of the soil.

Key words : Amaranth (*Amaranthus* spp.), Ground-water level, Growth, Quinoa (*Chenopodium quinoa* WILLD.).