



Title	1993年の異常低温下におけるイネ品種 きらら397の栽植密度反応性
Author(s)	市川, 伸次; 角田, 貴敬; 橋本, 哲也; 茂木, 紀昭; 若沢, 幸夫; 浦山, 勝; 今野, 繁; 前川, 雅彦
Citation	北海道大学農学部農場研究報告, 29, 23-30
Issue Date	1995-03-25
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/13424
Type	bulletin (article)
File Information	29_p23-30.pdf



[Instructions for use](#)

1993 年の異常低温下におけるイネ品種 きらら 397 の栽植密度反応性

市川 伸次・角田 貴敬・橋本 哲也・茂木 紀昭・若沢 幸夫

(北海道大学農学部附属農場)

浦山 勝

(北海道大学農学部作物栄養学研究室)

今野 繁

(北海道大学農学部作物生産システム工学研究室)

前川 雅彦

(北海道大学農学部遺伝子制御学研究室)

(現：岡山大学資源生物科学研究所)

(1994 年 12 月 2 日受理)

緒 言

1993 年の北海道のイネ栽培は、作況指数が全道平均で 40 と、作況指数が正式に作成された 1950 年以降最低となり、戦後最大の大凶作となった¹⁾。その主要因は、Fig. 1 に示すように 7 月半ば過ぎから 8 月半ば過ぎまで続いた低温によって正常な花粉が出来ない障害型冷害の発生と、Fig. 2 に示した寡照による障害型冷害の増幅である。戦後最大の冷害にあってイネがいかなる反応を示したか、あるいは栽培条件によってどのような変化をきたしたかを解析しておくことは、これからの障害型冷害に対処するうえで重要な指針を与えるものと期待される。そこで本研究では、寡照・低温条件下において栽植密度と種子稔性との関係についてイネ体内成分の分析とともに調べた。

材料及び方法

供試した品種は「きらら 397」である。1992 年に行った慣行植と疎植の試験では、4 月 23 日に播種、5 月 28 日に北海道大学農学部附属農場水田に移植した。1993 年には 4 月 22 日に播種し、5 月 27 日に移植した。栽植密度は慣行植が 30 cm×13.4 cm, 24.9 株/m², 疎植が 30 cm×26.8 cm, 12.4

株/m² である。施肥は、N, P₂O₅, K₂O が各 7 kg/10 a で全量基肥とした。生育調査は 6 月半ば過ぎから 1 週間おきに実施した。葉色の調査はミノルタ SPAD-502 を用いて測定した。成分含有率の調査にあたっては、1992 年が 9 月 14 日に、1993 年が 7 月 20 日と 8 月 18 日に標本抽出を行い水道水で水洗後、通風乾燥機で 80℃, 48 時間乾燥して 2 mm の篩を有する粉碎機で粉碎後、分析に供した。測定にあたっては、N はセミ・マイクロケルダール法で、他の要素は乾式灰化後、P については Vanado molybdate 比色法で、K は炎光光度法で、Ca および Mg については原子吸光光度法で、Si については重量法でそれぞれ行った。また、1993 年には別の圃場で密植を加えた栽植密度試験を行った。栽植密度は、密植が 31.0 cm×7.5 cm, 46.6 株/m², 慣行植 31.0 cm×13.0 cm, 23.3 株/m², 疎植が 31.0 cm×26.0 cm, 11.7 株/m² である。施肥は、N, P₂O₅, K₂O がそれぞれ 7.2 kg/10 a, 7.2 kg/10 a, 4.5 kg/10 a で全量基肥とした。播種および移植日は上述した通りである。葉色の測定は 6 月 24 日と 7 月 22 日に行い、成分含有率測定のための標本抽出は 7 月 22 日と 8 月 19 日に行った。

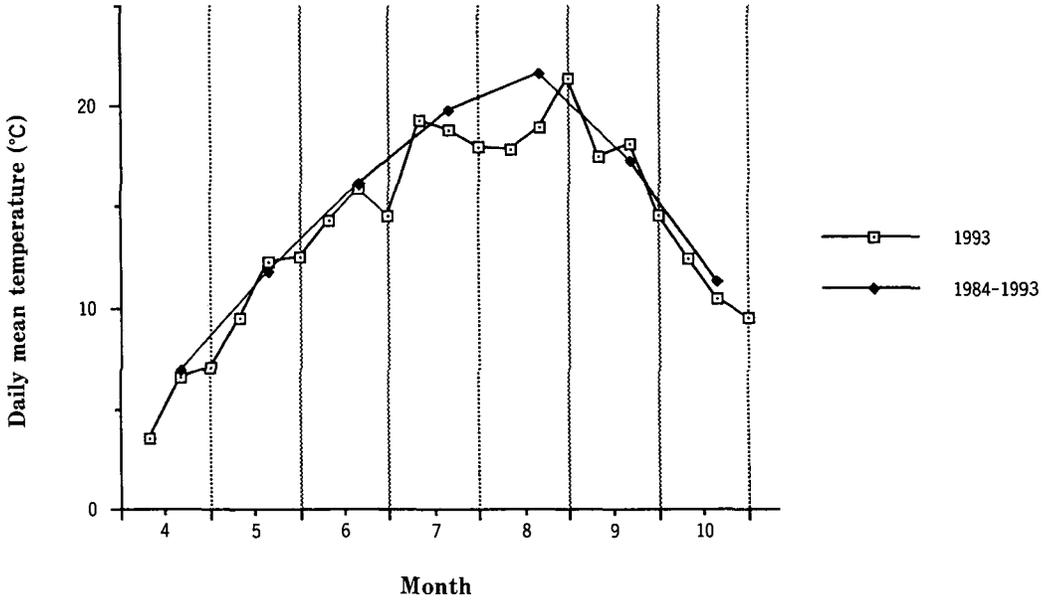


Fig. 1. Seasonal changes of daily mean temperature from April to October at Sapporo in 1993.

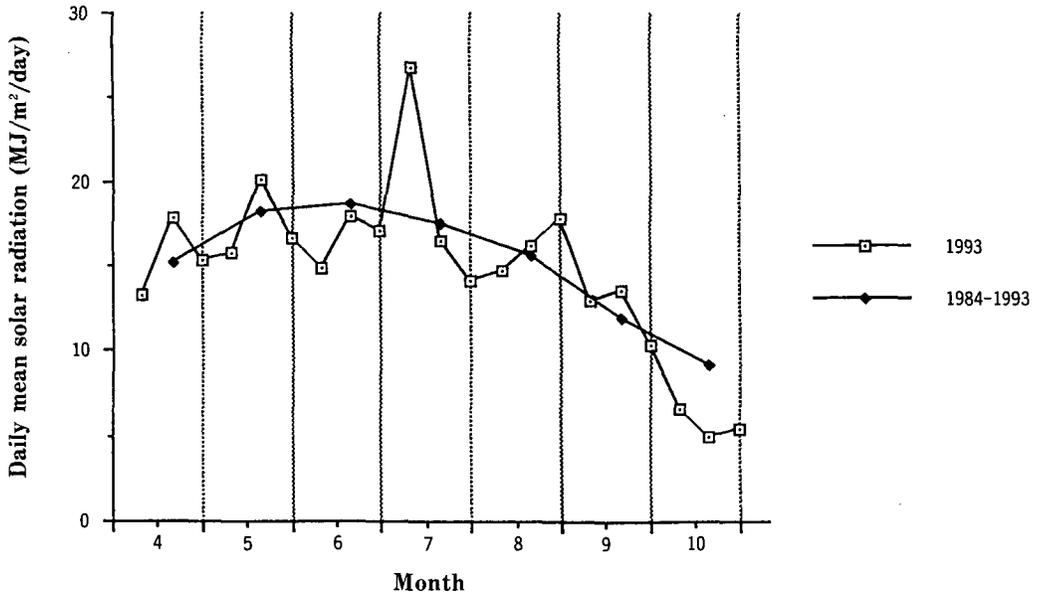


Fig. 2. Seasonal changes of daily mean solar radiation from April to October at Sapporo in 1993.

結 果

1992年と1993年に行った慣行植と疎植での比較をしてみると (Table 1), 1993年には稈長が1992年よりいずれの栽植密度でも高くなり、また

穂数と籾数ともに多くなっていた。穂長がほとんど変化していないことから、籾数の増加は穂数の増加に起因していた。粒重がいずれの栽植密度でも1992年より軽くなっているものの、収量の半減は種子稔性の低下に大部分依存しているといつて

よい。1992年には疎植で5%の種子稔性の低下が認められたが、1993年にはむしろ疎植が慣行植より高かったがその差は微々たるものであった。さらにイネ体内の成分含有率を調べてみると、標本抽出した時期が異なるため明確なことはいえないが、1992年と1993年でNとSiが同じ傾向を示していた。すなわち、Nは疎植で高く、逆にSiは疎植で低くなった (Table 2)。葉身窒素濃度と相関のあるSPAD値について調べたところ、上位3葉 (止葉, 第2葉, 第3葉)のうち、第3葉 (止葉の前々葉)で播種後103日目から慣行植と疎植で比較的顕著な差が見出され、疎植でその値は有意に高かった (Table 3)。そこで、上位3葉の103日目のSPAD値と種子稔性の関係を調べたところ、疎植で止葉の前々葉 (Fig. 3では第3葉)の

SPAD値と種子稔性との間に $r = -0.476$ の有意な負の相関関係が認められた。一方、慣行植では相関関係がなく、また第2葉および止葉でも有意な相関関係は得られなかった。1993年の場合、出穂が播種後約110日であったから、103日というのはちょうど冷害危険期に相当していると考えられ、このときの完全展開葉のSPAD値が重要な指標になる可能性がある。1993年に行ったもう一つの密度試験では、密植で他より高い種子稔性が得られた (Table 4)。6月24日に測定したSPAD値ではほとんど差がなかったが、7月22日では密植で最も小さく疎植で高くなった。さらに、体内成分含有率を調べたところ、疎植と慣行植におけるNとSiの場合と同じ傾向が認められ、Nは密植で最低を示しSiは最高を示した (Table 5)。

Table 1. Yields and yield components in normal and sparse plantings (1992, 1993).

Yield component	Planting type					
	Normal			Sparse		
	1992	1993	Percentage	1992	1993	Percentage
Panicle length (cm)	16.5	15.2	92.4	16.2	16.8	103.4
Culm length (cm)	54.1	64.0	118.3	55.2	65.3	118.3
No. of panicles (/m ²)	474.5	659.2	138.9	402.2	450.9	112.1
No. of spikelets (/m ²)	25938.9	33771.6	130.2	23050.7	25751.4	111.7
Seed fertility (%)	90.1	40.2	44.6	85.2	41.2	48.3
1000 grain weight (g)	22.0	21.2	96.1	22.3	21.1	94.7
Yield (kg/10a)	514.8	235.0	45.6	434.4	204.0	47.0
Grain-straw ratio		0.6			0.6	

Note ; Percentage (%) = Yield component in 1993 × 100 / yield component in 1992.

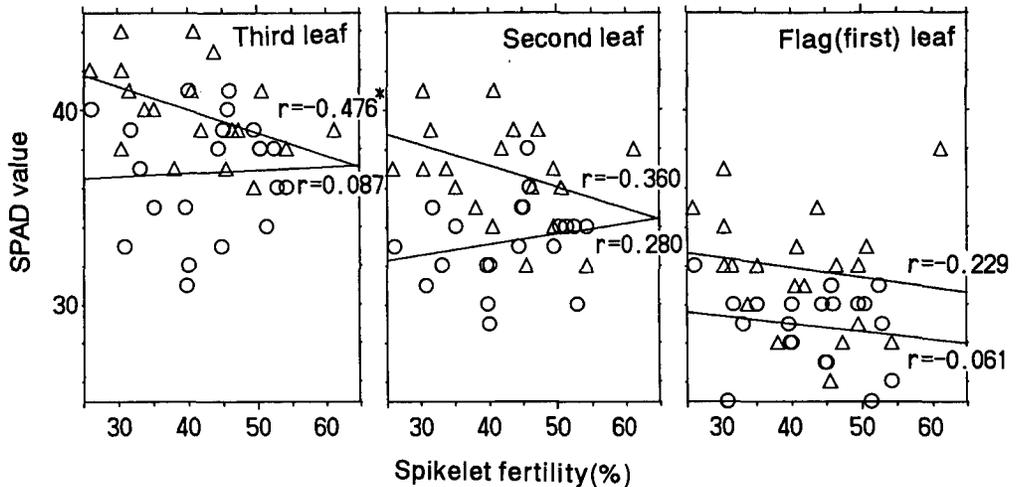
Table 2. Mineral contents per dry weight and spikelet fertilities in normal and sparse plantings (1992, 1993).

Planting type	Mineral content/g dry weight (%)						Spikelet fertility (%)
	N	P	K	Ca	Mg	Si	
<u>9/14 (1992)</u>							
Normal	0.691	0.109	2.341	0.300	0.171	7.146	90.1
Sparse	0.770	0.114	2.331	0.251	0.173	7.080	85.2
<u>7/20 (1993)</u>							
Normal	3.338	0.425	3.250	0.210	0.163	3.223	
Sparse	3.640	0.415	3.203	0.225	0.155	3.155	
<u>8/18 (1993)</u>							
Normal	1.278	0.300	1.845	0.193	0.158	4.455	40.2
Sparse	1.393	0.303	1.898	0.170	0.148	3.995	41.2

Table 3. SPAD values of third, second and flag leaves and spikelet fertilities in normal and sparse plantings in 103 days after seeding

Planting type	SPAD value			Spikelet fertility
	Third leaf	Second leaf	Flag leaf	(%)
Normal	36.8±3.0	33.2±2.2	28.9±2.0	42.8±8.1
Sparse	39.8±2.4	37.0±2.7	31.8±3.1	41.4±9.4
Difference	3.0**	3.8**	2.9**	-1.4**

** ; Significant at a% level.

**Fig. 3.** Relations between spikelet fertilities and SPAD values in flag (first), second and third leaves in normal and sparse plantings in 103 days after seeding in 1993.

○ Normal planting. △ Sparse planting.

Table 4. Yield and yield components in different planting type (1993).

Yield component	Planting type		
	Sparse	Normal	Dense
No. of panicles (/m ²)	617.8	565.2	410.8
No. of spikelets (/m ²)	23878.9	25987.0	23025.5
Seed fertility (%)	53.4	50.9	50.9
1000 grain weight (g)	21.7	21.7	22.6
Yield (kg/10a)	261.3	281.2	264.9
SPAD value (7/22)	35.8	39.1	42.2

考 察

一般的に、葉身窒素濃度が高ければ高いほど耐冷性は弱くなるといわれ^{2,3,4,5,6)}、実際に疎植でN濃度は高く種子稔性も密植に較べれば低くなった。いずれの栽植密度試験においても疎植で慣行植より単位面積あたりの穂数および粒数が少なく (Table 1, 4, 6), また乾物重も疎植で最も少な

くなっていた (Table 7)。そのため疎植でNの吸収量が高くなったと推定された。しかしながら、Table 2とTable 5の別々の水田で行った慣行植と疎植でのNとSiの含有率を比較すると、幼穂形成期にあたる7月20日および7月22日のN含有率は大きな差は認められなかったが、Table 2の開花期 (8月18日)のN含有率はTable 5の8月19日の1/2以下であるが種子稔性はTable

Table 5. Mineral contents per dry weight and spikelet fertilities in different planting types (1993).

Planting type	Mineral content/g dry weight (%)					Spikelet fertility (%)
	N	P	K	Ca	Mg	
<u>7/22(1993)</u>						
Dense	3.340	0.340	1.920	0.360	0.170	3.290
Normal	3.770	0.370	1.960	0.300	0.160	2.670
Sparse	4.100	0.360	1.900	0.320	0.150	2.510
<u>8/19(1993)</u>						
Dense	2.290	0.280	1.680	0.490	0.160	4.780
Normal	2.700	0.290	1.800	0.450	0.170	3.960
Sparse	2.860	0.260	1.700	0.460	0.150	3.720

Table 6. Changes of plant height, number of tillers, number of panicles and SPAD value in different planting types.

Planting type	Plant height (cm)	No. of tillers (/m ²)	No. of panicles (/m ²)	SPAD value
<u>5/24</u>				
Dense	11.0	163.2	—	—
Normal	11.0	81.6	—	—
Sparse	11.0	40.8	—	—
<u>6/24</u>				
Dense	30.4	450.7	—	37.0
Normal	31.3	262.2	—	37.9
Sparse	30.6	126.3	—	37.6
<u>7/22</u>				
Dense	50.8	714.9	—	35.8
Normal	52.6	567.2	—	39.1
Sparse	55.5	454.4	—	42.2
<u>8/19</u>				
Dense	69.2	726.5	711.2	—
Normal	77.9	664.4	610.0	—
Sparse	76.9	423.3	398.1	—
<u>9/16</u>				
Dense	71.4	633.2	633.2	—
Normal	79.2	641.0	633.3	—
Sparse	76.5	417.6	410.9	—
<u>10/4</u>				
Dense	—	—	617.8	—
Normal	—	—	565.3	—
Sparse	—	—	410.8	—

2の場合が低かった。一方、SiはTable 2で高くなった。このことは葉身窒素濃度が高くても障害程度を軽減できる場面があることを意味している。例えば、天野⁷⁾は堆肥によって同じ窒素施肥水準でも不受精率が低下することを報告している。さらに、佐竹・伊藤⁸⁾は磷酸の効果について熔燐と過燐酸石灰との違いを比較した結果、熔燐に含ま

れているマグネシウムおよび珪酸によって冷害軽減の効果をもたらしたものと推定した。佐々木・和田⁴⁾は冷害を軽減するものとして磷酸施用の結果を提示しているが、本実験の栽植密度試験の結果ではTable 8に示すようにP, K, CaおよびMgの含有率は一定的な傾向は認められなかった。一方、珪酸が冷温処理による不受精率に対し

Table 7. Changes of dry weights of leaf blade, stem, withered leaf and panicle in different planting types.

Planting type	Dry weight (g/m ²)				Total
	Leaf blade	Stem	withered leaf	Panicle	
5/24					
Dense	—	—	—	—	3.1
Normal	—	—	—	—	1.5
Sparse	—	—	—	—	0.8
6/24					
Dense	17.1	15.5	—	—	32.6
Normal	11.5	10.5	—	—	22.0
Sparse	5.4	4.9	—	—	10.3
7/22					
Dense	161.9	100.0	—	—	262.8
Normal	90.3	102.5	—	—	192.8
Sparse	77.1	83.9	—	—	161.0
8/19					
Dense	137.9	487.9	17.5	107.6	750.9
Normal	145.9	479.2	15.9	117.0	758.0
Sparse	97.5	340.4	9.1	81.3	528.2
9/16					
Dense	99.5	495.3	32.3	344.6	971.7
Normal	115.0	541.4	27.4	374.1	1057.9
Sparse	77.0	367.0	19.3	328.7	792.0
10/4					
Dense	584.3 ¹⁾	—	—	362.5	946.8
Normal	605.9 ¹⁾	—	—	387.2	993.1
Sparse	485.7 ¹⁾	—	—	368.1	853.8

1) ; Pooled dry weight of leaf blade and stem.

て負の相関があることが報告されている⁹⁾。本実験の結果でも N の含有率と Si は正反対の関係にあり (Table 8), Si も冷害軽減に重要な役割を果たしている可能性も考えられた。

葉身窒素濃度と種子稔性との関係では、止葉の 2 枚前の葉の葉色計値と負の相関があるようであるが、一方では葉身窒素濃度が高くて被害を低減できる場面があることも判明した。それが他の含有成分との相互関係であるか、あるいは栽培環境であるかは今後の検討課題である。

摘 要

1993 年の北海道の大冷害におけるイネの反応性を解析するために、寡照・低温条件下における栽植密度と種子稔性との関係についてイネ体内成分の分析とともに調べた。その結果、疎植および

慣行植の栽植密度試験におけるきらら 397 の種子稔性はそれぞれ 41.2% と 40.2% で、ほとんど差がなかった。一方、別に行った疎植、慣行植および密植試験では密植で最も稔性が高くなった。いずれの試験においても N の含有率が疎植で高く、Si は疎植で低く密植で高くなった。一方、P, K, Ca および Mg の含有率では一定の傾向は認められなかった。また、葉身窒素濃度と種子稔性との関係では、疎植において止葉の 2 枚前の葉 (穂孕期の完全展開葉) の葉色計値と有意な負の相関が認められた。さらに、葉身窒素濃度が高くて被害を低減できる場面があることも判明した。

謝 辞

本研究の一部は 1993 年度科学技術庁振興調整費および文部省科学研究費 (総合 A ; 課題番号

Table 8. Mineral contents in different plant parts in different planting types.

Mineral component	Plant part	7/22			8/19		
		Dense	Normal	Sparse	Dense	Normal	Sparse
N (%)	Leaf blade	3.34	3.77	4.10	2.29	2.70	2.86
	Stem	1.50	1.64	1.77	0.59	0.71	0.69
	Withered leaf	—	—	—	0.71	0.86	0.82
	Panicle	—	—	—	1.19	1.34	1.36
P (%)	Leaf blade	0.34	0.37	0.36	0.28	0.29	0.26
	Stem	0.38	0.41	0.39	0.26	0.29	0.27
	Withered leaf	—	—	—	0.07	0.07	0.06
	Panicle	—	—	—	0.19	0.20	0.21
K (%)	Leaf blade	1.92	1.96	1.90	1.68	1.80	1.70
	Stem	2.43	2.54	2.46	1.15	1.35	1.25
	Withered leaf	—	—	—	0.81	0.76	0.67
	Panicle	—	—	—	0.53	0.58	0.54
Ca (%)	Leaf blade	0.36	0.30	0.32	0.49	0.45	0.46
	Stem	0.08	0.09	0.08	0.08	0.08	0.07
	Withered leaf	—	—	—	1.24	1.24	1.29
	Panicle	—	—	—	0.06	0.07	0.07
Mg (%)	Leaf blade	0.17	0.16	0.15	0.16	0.17	0.15
	Stem	0.12	0.12	0.11	0.12	0.12	0.11
	Withered leaf	—	—	—	0.22	0.22	0.22
	Panicle	—	—	—	0.09	0.10	0.11
Si (%)	Leaf blade	3.29	2.67	2.51	4.78	3.96	3.72
	Stem	2.67	2.40	2.29	2.82	2.69	2.47
	Withered leaf	—	—	—	8.79	7.02	7.30
	Panicle	—	—	—	4.01	3.38	4.30

04304013) の補助を得たことを記し謝意を表します。

引用文献

1. 谷川晃一：気象と水稻の生育および作況について，最近の異常気象と上川の農業，4-16，1993
2. 大谷義雄・土井弥太郎・泉 清一：水稻冷害の生理学的研究（予報），(IX) 挿秧後各期における硫酸アンモニウム施用と出穂並びに低温障害との関係，日作紀，16：3-5，1948
3. 酒井寛一：冷害におけるイネ不稔性の細胞組織学ならびに育種学的研究 特に低温によるタベート肥大に関する実験的研究，北海道農試報告，43：1-46，1949
4. 佐々木一男・和田 定：イネの冷害不稔発生に対する窒素・リン酸，および加里の影響，日作紀，44：250-254，

1975

5. 志賀一：北海道における水田施肥について，北農，43 (11)：1-34，1977
6. 天野高久：水稻の冷害に関する作物学的研究，北海道立農試報告，46：1-67，1984
7. 天野高久：堆肥を施用した水稻の形態と機能—穂孕期不稔に関連して—，日作紀，52：395-401，1983
8. 佐竹徹夫・伊藤延男：水稻の障害型冷害に対するリン酸の効果と不稔発生機構，農業技術，21：229-232，1966
9. 樋口福男・太田 浩：水稻の栽培環境による前歴が耐冷性に及ぼす影響について，東北農業研究，2：54-55，1960

**Agronomic Performances of a Rice Variety,
Kirara 397 in Different Planting Types
under Cool Summer in 1993**

**Shinji ICHIKAWA, Takahiro TSUNODA, Tetsuya HASHIMOTO,
Noriaki MOKI, Yukio WAKAZAWA**

(Agricultural Experiment Farm, Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo 060, Japan)

Masaru URAYAMA

(Laboratory of Plant Nutrition, Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo 060, Japan)

Shigeo KONNO

(Laboratory of Crop Production Engineering, Faculty of Agriculture, Hokkaido University,
Sapporo 060, Japan)

Masahiko MAEKAWA

(Laboratory of Genetic Engineering, Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo 060, Japan)

(present address ; Research Institute for Bioresources, Okayama University, Kurashiki 710, Japan)

(Received December 2, 1994)

Summary

In order to analyze the response to cool summer in 1993 of a rice variety, Kirara 397, changes of spikelet fertilities and mineral contents in plant were examined in different planting densities. Kirara 397 showed spikelet fertilities of 41.2% and 40.2% in normal and sparse plantings, respectively. On the other hand, Kirara 397 tested in a different paddy field indicated the highest spikelet fertility in dense planting. Although nitrogen content was higher in sparse planting than in the other plantings, silica content was higher in dense planting. On the contrary, a fixed tendency was not observed between the contents of the other components, P, K, Ca and Mg, and planting types. A significant negative correlation between spikelet fertility and SPAD value of third leaf in 103 days after seeding was recognized in sparse planting. Furthermore, It was observed that high content of nitrogen in leaf blade did not induce more severe cool-weather damage necessarily.