

水銀灯による夜間照明が水稻の生育，収量に及ぼす影響

川村和史

農林水産総合技術センター農業試験場

Influence of Night Illumination by the Mercury Lamp
on the Growth and Yield of Rice Plant

Kazufumi Kawamura

*Agricultural Experiment Station
Wakayama Reseach Center of Agriculture, Forestry and Fisheries*

緒 言

稲は自然日長が短日になると，短日に感応して花芽が形成され出穂へと進む。いわゆる短日植物である。

今日，田園地帯の都市化にともない，道路照明灯，広告灯，および娯楽施設の照明灯等が多く設置され，隣接水田の水稻が長日条件下におかれるため，出穂遅延や稔実障害におちいっており，一種の公害として問題化している。今後，このような問題はより広範囲に生じることが予想される。

これら夜間照明の1事例を写真1に示した。この

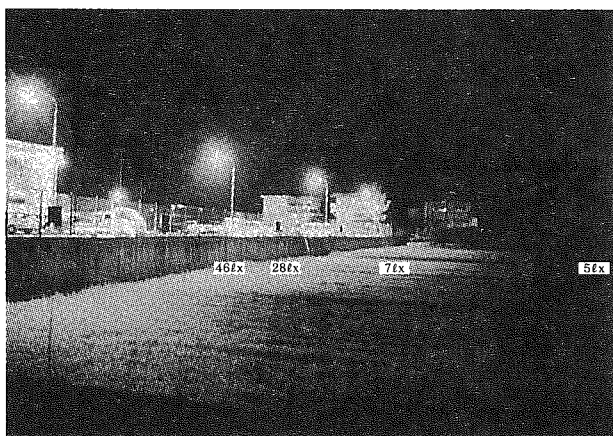


写真1 夜間照明の状況

水田では照明灯の直下で 46lxの照度を示し，照明灯から 2 m離れると 28lx，5 mで 7 lx，15 mで 5 lxであった。照明灯から最も離れた27m地点においても照度は 3 lxと高かった。

これまでに，こうした水田での水稻生育の被害等について多くの研究（伊藤ら，1981；近藤・太刀川，1972；近藤・太刀川，1974；松尾，1990；山根ら，1967）が行われてきた。しかし，これらの報告をそのまま現在本県で起きている水稻生育の被害に直接適応させることは，品種や栽培方法も異なることから困難である。

そこで，こうした見地から1990年から1992年にかけて本県の主要品種について，夜間照明が水稻の生育，収量に及ぼす影響を検討した。

材料および方法

本試験に使用した照明の種類は，一般に道路照明や娯楽施設で使用されている水銀灯である。水銀灯の型式はHF40X，ワット数は40Wである。

写真2に示すように水稻移植後，支柱を圃場に立て，地上 2 mの位置に水銀灯を設置した。

移植期は各年次とも 6月15日で，栽植密度は条間30cm，株間25cmで20日苗を手植移植した。

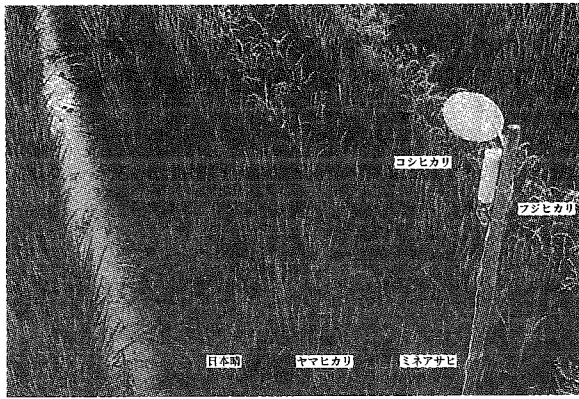
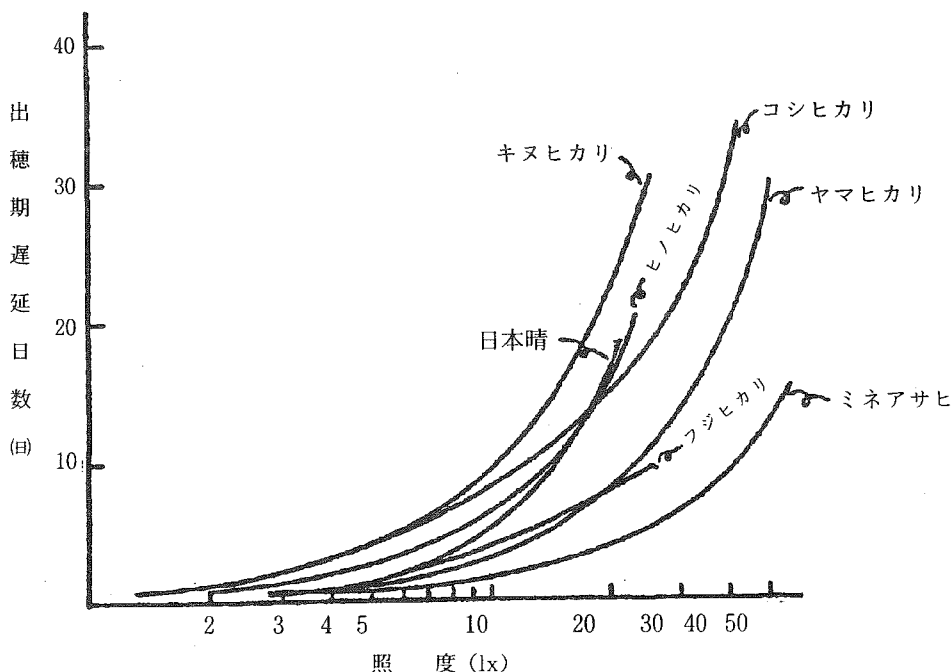


写真2 試験状況

照明期間は移植後から10月上・中旬までとした。照明期間中の照明時間は、日没から翌朝の日の出まで水銀灯が点灯する「終夜照明」区と、照明時間が出穂に及ぼす影響を検討するため設けた「日没から22時までの照明」区の2とおりとした。

照度の測定は、トップコンデジタル照度計IM-3を用い地上30cmの位置で行った。

供試品種は年次により異なる。1990年には「日本晴」を、1991年には「フジヒカリ」、「コシヒカ



第1図 水銀灯の照度と出穂遅延日数の関係(終夜照明)

注: 1) 出穂遅延日数は出穂期の遅れを示す(株当たり40%出穂)

2) 無照明での出穂期(月・日)はフジヒカリ8.6, キヌヒカリ8.15, コシヒカリ8.15, ミネアサヒ8.18, ヤマヒカリ8.21, 日本晴8.21, ヒノヒカリ8.25である。

3) 試験区内でのフジヒカリ, キヌヒカリ, 日本晴, ヒノヒカリの最高照度は25 lxであった。そのため25 lx以上のデータは測定できなかった。

4) 試験実施年次は1992年。

リ」, 「ミネアサヒ」, 「ヤマヒカリ」, 「日本晴」の5品種を、1992年には「フジヒカリ」, 「キヌヒカリ」, 「コシヒカリ」, 「ミネアサヒ」, 「ヤマヒカリ」, 「日本晴」, 「ヒノヒカリ」の7品種をそれぞれ供試した。

出穂期は有効茎の40%が出穂した時期とし、また、成熟期は中庸の穂で帯緑色籾の割合が10~20%に減少した時期として判定した。

ウンカ等の害虫防除は周到な管理によりほぼ完全に行った。施肥管理は緩行性肥料を用い窒素成分で8kgを全量基肥施用とした。

結果および考察

1. 終夜(日没から日の出)照明条件下における出穂, 成熟の反応と品種間差異

第1図に示すように終夜照明による出穂の反応は、出穂遅延として現れる。その程度は、照度が高くなるにつれ大きくなり、品種により異なる。

1992年に行った場内試験では、1日以上の出穂遅延を示す照度は「キヌヒカリ」が最も低く1.4 lx、次いで「コシヒカリ」で1.8 lx、「ヒノヒカリ」で2.0 lx、「フジヒカリ」で2.8 lx、「ヤマヒカリ」と「日本晴」で3.2 lx、「ミネアサヒ」で3.4 lxであった。また、「ミネアサヒ」を除く他の品種は5 lx以上の照度で出穂遅延が顕著にあらわれた。

出穂期が10日以上遅れる照度は、「キヌヒカリ」で11 lx、「コシヒカリ」で13 lx、「日本晴」と「ヒノヒカリ」で16 lx、「ヤマヒカリ」で23 lx、「フジヒカリ」で25 lx、「ミネアサヒ」で46 lxの順であり、品種間の

差が大きかった。

これらのことから夜間照明による長日条件での感光性（以下、感光性）は「キヌヒカリ」、「コシヒカリ」が高く、「ミネアサヒ」が低いといえる。

山根ら（1967）は、「コシヒカリ」、「ヤマビコ」、「ミホニシキ」、「千本旭」の順に夜間照明による出穂遅延の程度が大きく、感光性は「コシヒカリ」と「ヤマビコ」が高いことを確認している。また、近藤・太刀川（1974）および伊藤ら（1981）は、水稻数品種を出穂遅延程度により3種類に分類し、出穂遅延の大きい品種に「コシヒカリ」を共にあげている。また、伊藤ら（1981）は出穂遅延の小さい品種に「ミネアサヒ」、中程度の品種に「日本晴」をあげている。これらの結果で「コシヒカリ」の感光性が高いことと、「ミネアサヒ」の感光性が低いことは本試験と一致する。

1991年に行った試験から、終夜照明が水稻の成熟に及ぼす影響を第1表に示した。低い照度値では、成熟期の遅延が出穂遅延と比例する傾向を示した。しかし、「ヤマヒカリ」を除く他の4品種は5lx前後の照度から成熟期の遅れが大きくなり、出穂遅延日数を上回る。また、出穂期から成

熟期までの日数（登熟日数）も大きくなる。

「フジヒカリ」は水銀灯の真下で最高照度値40lxにおいても、照明の影響がなかった株より32日遅れて成熟期に達した。しかし、こうした高い照度下では、他の4品種は11月1日までに成熟期に達しなかった。

平野・猪坂（1978）によると、和歌山県北部の安全出穂限界期は9月10日頃としている。安全出穂限界期を9月10日とした場合、安全出穂限界内で出穂遅延を示す最大照度値は「キヌヒカリ」で25lx、「コシヒカリ」で30lx、「ヤマヒカリ」で40lx、「日本晴」と「ヒノヒカリ」で20lxであった。しかし、極早生種の「フジヒカリ」と、夜間照明による出穂遅延の程度が小さい「ミネアサヒ」の2品種は本試験内の照度値からは安全出穂限界内で出穂遅延を示す照度値の推定はできなかった。

2. 終夜照明条件下における収量および収量構成要素への影響

一般に農家では同一水田を熟期別に随時刈り取ることとはせず、一筆ごとに一斉に収穫する。このことを前提とし、1992年に照明の影響がなかった

第1表 水銀灯による終夜照明が水稻の成熟に及ぼす影響

照度 (lx)	成熟期遅延日数					登熟日数				
	フジヒカリ	コシヒカリ	ミネアサヒ	ヤマヒカリ	日本晴	フジヒカリ	コシヒカリ	ミネアサヒ	ヤマヒカリ	日本晴
無照明	8.29	9.16	9.21	9.30	10.3	29	34	39	41	45
1以下	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	29	34	39	41	45
2	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	29	34	39	41	45
3	2(1)	3(1)	0(0)	0(0)	0(0)	30	36	39	41	45
4	2(1)	5(2)	5(1)	0(0)	4(2)	30	37	43	41	47
5	5(3)	10(3)	9(2)	3(1)	4(3)	31	41	46	43	45
6	5(3)	14(4)	9(2)	3(1)	4(3)	31	44	46	43	46
7	7(3)	14(5)	12(2)	3(1)	4(3)	33	43	49	43	46
8	11(5)	14(6)	12(2)	7(1)	4(4)	35	42	49	47	45
9	11(6)	14(7)	16(2)	7(2)	11(4)	34	41	53	46	52
10	14(6)	21(7)	16(2)	7(2)	11(7)	37	48	53	46	52
15	23(9)	21(10)	23(4)	14(5)	19(7)	43	47	58	50	57
20	28(11)	28(15)	31(5)	14(7)	…(12)	46	47	65	48	…
25	28(14)	…(19)	31(7)	22(9)	…(15)	43	…	63	54	…
30	32(15)	…(23)	31(8)	…(13)	…(19)	46	…	62	…	…
40	32(17)	…(40)	…(13)	…(25)	…(23)	44	…	…	…	…

注：1) 成熟期遅延日数の無照明の行の数値は成熟期（月・日）を示す。

2) () 内の数値は出穂遅延日数を示す。

3) 登熟日数：出穂期から成熟期までの日数。

4) …印は11月1日までに成熟期に達しなかった。その後も登熟が進む可能性はないため適期刈り取りを打ち切った。

5) 試験実施年次は1991年。

株が成熟期に達した時期に一齐にすべての株を刈取った。その場合の照度と登熟歩合の関係を第2図に示した。

照度が高くなると登熟歩合は低下した。しかし、品種により登熟歩合の低下程度は異なり、「キヌヒカリ」、「コシヒカリ」、「ヒノヒカリ」の3品種は10 lxから、「フジヒカリ」、「ミネアサヒ」、「日本晴」は15 lx、「ヤマヒカリ」は20 lxから急激に登熟歩合が低下した。

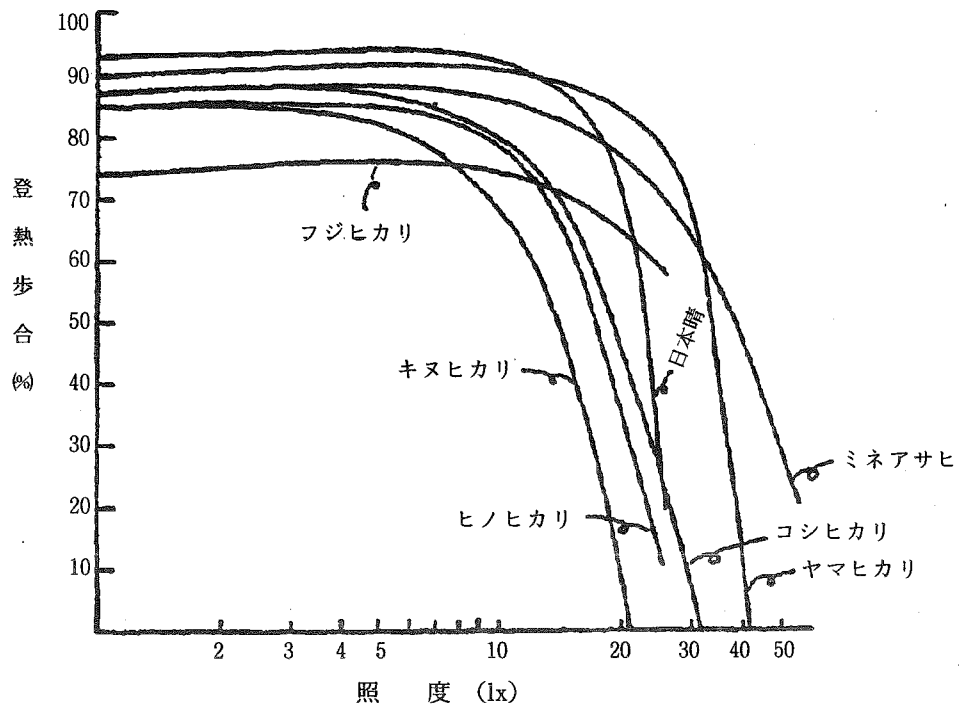
次に、終夜照明が収量に及ぼす影響を第2表に示した。各照度値においても1穂朶数に及ぼす影響は認められず、精朶重、精朶千粒重は登熟歩合

とほぼ同様な傾向を示して低下した。

これまでの報告(近藤・太刀川, 1972; 近藤・太刀川, 1974; 中村ら, 1970; 山根ら, 1967)から千粒重は、出穂が遅くなると低下する傾向にあり、その程度は登熟歩合とほぼ同様に推移している。また、千粒重の低下と同時に青米率、屑米重



写真3 高い照度下で発生した穂先の芒



第2図 水銀灯の照度と登熟歩合の関係(終夜照明)

- 注: 1) 収穫期は照明の影響がなかった株が成熟期に達した時期に一齐に刈取った。
 2) 試験区内でのフジヒカリ、キヌヒカリ、日本晴、ヒノヒカリの最高照度は25 lxであった。そのため25 lx以下のデータは測定できなかった。
 3) フジヒカリは籾枯細菌病が発生したため、照明の影響が見られないところでも、登熟歩合は低い。
 4) 試験実施年次は1992年。

の増加も確認されている。

刈取り時の稈長、穂長、穂数への影響は本試験では、一定の傾向は認められなかったが、近藤・太刀川(1972)の報告によると40 lxの照明区で中晩生種は10~20cmの短稈化が認められ、穂長も全般に短くなったとしている。

本試験では写真3に示すように、全ての品種で20 lx前後の照度値から穂先に芒が発生した。

3. 照明時間と出穂遅延の関係

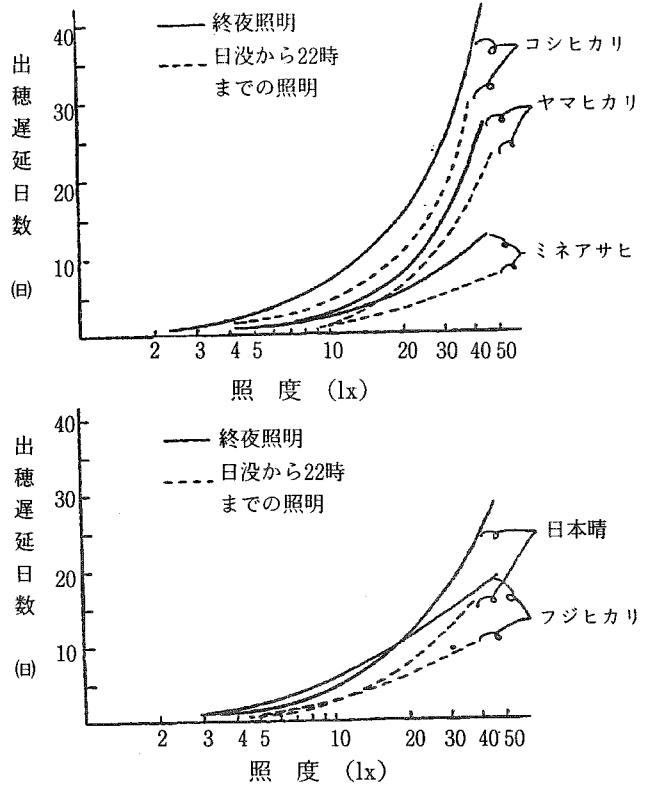
照明時間を日没から日の出までの「終夜照明」区と、「日没から22時までの照明」区の2条件下で出穂への影響を1991年に調査した。照明時間の差が出穂遅延に及ぼす影響を第3図に示した。

終夜照明区と日没から22時までの照明区とでは各品種ともに出穂遅延の程度は異なった。感光性が高い「コシヒカリ」で1日以上の出穂遅延を示す照度は終夜照明区で2.3 lx, 14 lxで出穂期は10日遅れた。これに対して日没から22時までの照明

区は 4 lxで1日以上の出穂遅延を示し，19 lxで
出穂期が10日遅れた。

感光性が低い「ミネアサヒ」で1日以上の出穂
遅延を示す照度は終夜照明区で3.9 lxで，測定照
度の最高値（43 lx）においても出穂期の遅れは14
日であった。日没から22時までの照明では終夜照
明より出穂の遅れは小さく，9.2 lxから出穂遅延
が始まり，測定照度の最高値（47 lx）においても
出穂期は7日程度の遅れであった。他の品種の反
応をみると「フジヒカリ」は「ミネアサヒ」と，
また，「ヤマヒカリ」は「コシヒカリ」と類似し
た傾向を示し，「日本晴」は両者の中間であった。

理科年表・国立天文台編によると和歌山市の日
の入時刻は6月と7月が概ね19時3分から19時15
分，8月は18時31分から18時54分である。照明時
間を日没から22時までの照明とした区では，日
の入時刻からみて3時間程度の照明時間であった。
しかし，予想以上に遅延の程度は大きかった。
羽生・杉山（1991）によると，「日本晴」を出穂



第3図 照明時間と出穂遅延との関係
(1991年の試験結果より)

第2表 水銀灯による終夜照明が水稲の収量および収量構成要素に及ぼす影響

照 度 (lx)	1 穂 穂 数 (粒)							精 穂 重 (g/株)						
	フジ ヒカリ	キヌ ヒカリ	コシ ヒカリ	ミネ アサヒ	ヤマ ヒカリ	日本晴	ヒノ ヒカリ	フジ ヒカリ	キヌ ヒカリ	コシ ヒカリ	ミネ アサヒ	ヤマ ヒカリ	日本晴	ヒノ ヒカリ
無照明	87	107	100	94	76	81	79	38.6	35.8	43.7	39.9	43.3	46.7	37.6
5	95	101	98	105	78	85	99	31.8	31.2	43.6	35.5	40.2	46.8	42.6
9	95	98	96	98	87	93	86	33.9	30.2	42.6	40.9	38.3	49.3	44.4
10	95	97	96	102	85	91	83	30.6	27.9	42.4	39.5	39.8	52.3	39.9
15	96	92	95	92	80	85	78	26.9	11.0	37.0	39.7	37.9	39.7	20.4
20	100	85	92	91	82	83	82	25.7	1.6	21.9	31.5	36.4	21.1	14.1
25	94	107	92	88	87	80	80	24.0	0.0	11.1	30.7	32.4	8.7	4.6
30			92	92	83					2.3	21.1	16.5		
35			94	96	83					0.0	17.2	6.3		
40			95	98	95					0.0	8.9	2.0		

照 度 (lx)	精 穂 千 粒 重 (g)						
(lx)	フジ ヒカリ	キヌ ヒカリ	コシ ヒカリ	ミネ アサヒ	ヤマ ヒカリ	日本晴	ヒノ ヒカリ
無照明	26.5	24.6	24.5	23.9	26.6	27.4	25.1
5	27.0	25.9	25.6	25.1	27.4	27.8	24.8
9	26.8	26.0	25.7	24.7	26.9	27.8	24.4
10	23.4	25.6	25.4	24.8	26.6	28.0	24.3
15	26.5	22.4	24.0	24.3	26.3	26.8	23.7
20	24.9	13.2	22.8	24.4	26.0	23.3	23.2
25	24.7	0.0	21.8	23.9	25.3	21.7	21.1
30			0.0	23.7	23.0		
35			0.0	23.1	21.0		
40			0.0	22.4	20.3		

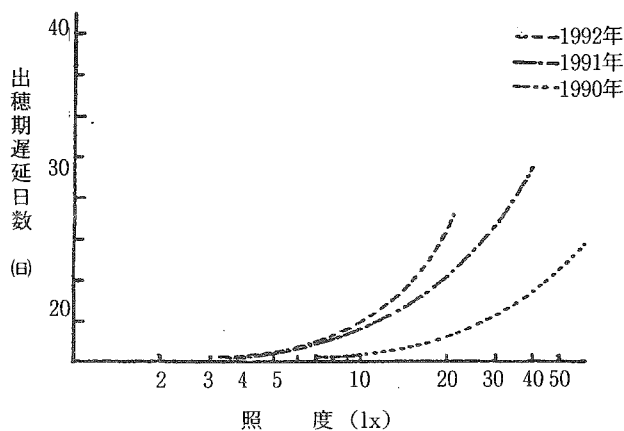
注：1) 試験区内のフジヒカリ，キヌヒカリ，日本晴，
ヒノヒカリは最高照度値が25 lxであった。
2) そのため30 lx以上の数値は測定できなかった，
試験実施年次は1992年。

30日前に7日間、日没から午前0時まで150~200 lxの照度で照明した場合、その出穂期は照明による影響のない株に比べて5日遅れたという報告がある。これらのことから、終夜照明を行う施設等のもとより、22時頃まで夜間照明を行う施設についても夜間照明による被害は避けられないと考えられる。

4. 終夜照明条件下における出穂遅延の年次間変動

終夜照明における出穂遅延日数の年次間変動を第4図に示した。この図は、「日本晴」について1990年から1992年の3カ年にわたり終夜照明が出穂に及ぼす影響を調査した結果を示した。

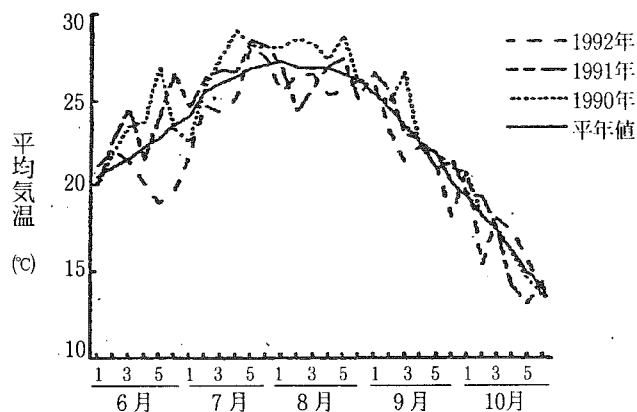
出穂遅延の年次間変動は大きく、1日以上の出穂遅延を示す照度値は1990年では7 lx, 1991年は3.4 lx, 1992年は3.2 lxからであった。また、出穂期が10日以上遅れる照度は、1990年では45 lx以上, 1991年は19 lx以上, 1992年は16 lx以上であった。



第4図 水銀灯の照度と出穂遅延日数の年次間変動 (終夜照明)

注) 各年次により最高照度は異なった。

山根ら(1967)が指摘しているように、同一照度下の年次間差は主として気温の影響により発生する。終夜照明条件下では高温ほど出穂が促進され、低温ほど遅延する。本試験を行った3カ年の半旬別平均気温を第5図に示した。出穂遅延が最も大きかった1992年は生育期間を通じ低温に経過し、特に、6月4半旬~7月1半旬は平年値より2~4℃も低く、7月3・4半旬も1~2℃低温に経過した。



第5図 半旬別平均気温の年次変動

出穂遅延の程度が小さかった1990年では、生育期間全般に高温に経過した。これらのことから、出穂遅延の程度は移植から出穂までの期間が高温ほど小さく、低温では大きくなり、山根ら(1967)の報告と一致した。

5. 夜間照明のもとでの品種選定

これまでの試験結果の範囲では、水銀灯による夜間照明の影響を受ける水田では、感光性の高い「キヌヒカリ」や「コシヒカリ」の栽培は避け、比較的高い照度下においても出穂する「ミネアサヒ」、「フジヒカリ」、また、登熟歩合の低下が少ない「ヤマヒカリ」等の品種を選定する必要がある。しかし、被害回避には十分ではない。しかも、広告灯や各種施設の照明の光源は多種で、複合した光として利用されており、これらの水稲に対する影響はさらに検討を要する。

摘 要

水銀灯による夜間照明が水稲の生育、収量に及ぼす影響を検討した。主な結果は次のとおりである。

1. 夜間照明によって出穂遅延、成熟遅延が生じる。
2. 品種によって出穂遅延の程度は異なる。「キヌヒカリ」と「コシヒカリ」では、低い照度で出穂遅延を示し、5 lx以上の照度で出穂遅延は顕著となる。「ミネアサヒ」では比較的高い照度値においても出穂遅延の程度は小さい。
3. 夜間照明の収量及び収量構成要素への影響は、

登熟歩合と千粒重の低下に現れ、収量が減少する。その照度は、品種により異なるが、10~15 lxからである。

4. 日没から22時までの照明条件下においても出穂遅延は終夜照明より1~5 lx高い照度から始まる。

5. 夜間照明による出穂遅延の程度には年次間の変動があり、移植後の気温が低く推移する年に大きくなる。

6. 夜間照明の影響を受ける水田では、感光性の高い「キヌヒカリ」や「コシヒカリ」の栽培は避け、比較的高い照度下においても出穂する「ミネアサヒ」、「フジヒカリ」、また、登熟歩合の低下が少ない「ヤマヒカリ」等の品種選定をする必要がある。しかし、被害回避には十分ではない。

引用文献

伊藤和久・工藤悟・高松美智則・釈一郎・香村敏郎. 1981. 水稻品種の特性解析に関する試験(第2報) 県内主要品種の終夜照明に対する出穂反応. 愛知県農業総合試験場研究報告.

13: 48-53.

近藤晃・太刀川洋一. 1972. 水稻に対する終夜照明の影響. 群馬県農業試験場報告. 13: 75-85.

近藤晃・太刀川洋一. 1974. 水稻に対する終夜照明の影響(続報). 群馬県農業試験場報告. 14: 57-62.

中村国次・照内正男・市倉恒七. 1970. 水稻品種間に見る屋外終夜照明の影響について. 大阪府農林技術センター研究報告. 7: 11-18.

羽生幸夫・杉山高世. 1991. 水稻の生育並びに収量に及ぼす夜間照明の影響(1). 近畿作物・育種研究会36: 38-42.

平野隆二・猪坂律次. 1978. 水稻機械移植栽培の生産安定に関する研究. 和歌山県農試研報. 6: 1-10.

松尾孝嶺. 1990. 稲学大成第2巻 生理編. P29-53. 社団法人農産漁村分化協会. 東京.

山根国男・小谷倫三・野村正. 1967. 夜間照明による水稻生育の被害. 農業技術. 22: 451-455.

