

## 水稻無緑化乳苗の生育に及ぼす育苗温度の影響\*

山本 由徳・池尻 明彦\*\*・新田 洋司

(高知大学農学部)

1995年12月14日受理

**要 旨** : 育苗期間の温度条件 (20, 25, 32, 37°C) が無緑化乳苗 (暗黒下育苗) の生育に及ぼす影響について検討した。また、極短期 (4日間) 育苗下での生育経過を明らかにした。1) 播種後の生育は 32°C で最も速く、田植機の植え付け精度上必要とされる苗丈 7~8 cm を確保するのに要した日数は 3~3.5 日であった。この場合の育苗期間の積算温度は約 100~110°C であり、他の温度条件と比較して少なかった。苗丈 7~8 cm に到達した時点での葉齢は 2.0~2.1、苗地上部重は 4~5 mg、胚乳残存割合は約 50% で、育苗温度による差異は認められなかった。2) 32°C・暗条件下で 96 時間 (4日間) 育苗した場合、出芽 (48 時間) 後、葉齢は 72 時間目まで、苗丈、種子根長は 96 時間目までほぼ直線的に増加し、96 時間目の葉齢は 2.0~2.1、苗丈 8~9 cm、種子根長約 7 cm であった。また、胚乳残存割合は出芽時の 75~80% から直線的に低下し、96 時間目には約 40% となった。鞘葉節冠根は、まず種子根上部の左右 2 本 (a1, a2 根) が出現し、続いて種子根の反対側の左右の位置にさらに 2 本 (b1, b2 根) が出現した。そして、種子根の左右の冠根の中央部に 1 本 (c 根) が出現し、最多で 5 本出現した。しかし、c 根の出現割合は少なく、b 根の出現には品種間差が認められた。96 時間目の鞘葉節冠根数は 3.0~4.1 本で、全鞘葉節冠根長は 7~9 cm であった。

**キーワード** : 育苗温度、種子根、鞘葉節冠根、水稻、生育経過、苗丈、胚乳残存割合、無緑化乳苗。

**Effects of Nursery Temperature on the Growth of Rice Nurseling Seedlings Raised in Darkness :**  
Yoshinori YAMAMOTO, Akihiko IKEJIRI and Youji NITTA (*Faculty of Agriculture, Kochi University, Nankoku, Kochi 783, Japan*)

**Abstract** : Effects of nursery temperature (20, 25, 32 and 37°C) under dark conditions on the growth of the rice non-greening nurseling seedlings and growing process of the seedlings raised under dark and around optimum temperature for extremely short period (4 days) were studied. 1) The growth rate of seedlings is fastest under 32°C and it took only 3~3.5 days to raise the seedlings with a plant length (PL) of 7~8cm, which is required to plant normally using a rice transplanter, after seeding the sprouted seeds. In this case, the accumulated temperature for this period is about 100~110°C, less than those of other temperatures. The seedlings attained 7~8cm in PL had 2.0~2.1 in plant age in leaf number (PALN), 4~5mg top dry weight and ca. 50% remaining endosperm, irrespective of the temperature. 2) The results raised the seedlings for 96 hrs (4 days) under dark and around optimum temperature (32°C) conditions showed that PALN and PL or seminal root length (SRL) increased until 72 and 96 hrs after seeding, respectively and attained 2.0~2.1 in PALN, 8~9cm in PL and about 7cm in SRL. On the other hand, the remaining percentage of endosperm was 75~80% just before the emergence of the 1st leaf (48 hrs after seeding), but it decreased linearly to ca. 40% after 96 hrs. Coleoptilar nodal roots (CNR), a1 and a2 emerged on both sides of seminal root (SR), and then b1 and b2 on the sides opposite the SR and finally root c between a1 and a2. Among these nodal roots, the emergence percentage of c was very low and that of b was variable depending on cultivars. The average number of CNRs was 3.0~4.1, and total length of these roots surpassed the SR length at around 80 hrs and reached 7~9cm by 96 hrs after seeding.

**Key words** : Coleoptilar nodal root, Growing process, Non-greening nurseling seedling, Nursery temperature, Remaining percentage of endosperm, Rice plant, Seedling length, Seminal root.

水稻乳苗は葉齢 (不完全葉を第1葉とする) 2.0~3.0 の従属栄養期の苗であり、稚苗にくらべても育苗期間が短く、また葉齢が若いので密播きが可能であることから、10 a 当たりの必要箱数を少なくできる<sup>4,12,16</sup>。このように、乳苗移植栽培は育苗時間や育苗箱数の低減を通しての省力・低コスト稲作技術として注目されている。

一般の乳苗育苗は、稚苗<sup>7)</sup>と同様に出芽後、緑化・

硬化を行い、7~10 日間と稚苗の 1/2~1/3 の日数で完了する<sup>4,12)</sup>。これに対して、王ら<sup>22)</sup>および星川・長谷部<sup>9)</sup>は、4 日間暗黒下育苗法 (黄化乳苗、無緑化乳苗) を考案し、一般の乳苗よりもさらに短期間で育苗できる道が開かれた。本方法はまた、緑化・硬化過程を必要とせず、自然環境の影響を受けることなく温度制御条件下で育苗ができるために、従来の乳苗育苗方法にくらべて、さらに大幅な省力化が可能であり、大型育苗施設の効率的利用の面からも注目される。しかし、本育苗方法は最近開発されたばかりで、乳苗の苗素質として重要な形質とされている

\* 一部は、第 195 回講演会 (平成 5 年 4 月) において発表。

\*\* 現在、山口県庁。

苗丈や胚乳残存割合と育苗条件との関係については十分に検討されていない。

本報告は、無緑化乳苗の生育に及ぼす育苗温度条件の影響について検討し、田植機用乳苗として必要な素質<sup>6,12,16)</sup>を備えた苗を極短期間で得るための基礎的知見を得るとともに、極短期(4日間)育苗下での無緑化乳苗の生育経過を明らかにすることを目的とした。

### 材料と方法

#### 実験1: 育苗温度と無緑化乳苗の生育

水稻品種コシヒカリと黄金錦を試供し、種子消毒後、水道水に浸して催芽させた。そして、1992年8月6日に催芽粃を粒状培土を充填した株播きポット育苗箱(1穴15×15 mm, 深さ25 mm, 1箱当たり5穴×18穴に切断して使用)に、1穴1粒ずつ播種し浅く覆土(約1 cm)した。育苗箱を約1 cmの深さに水を張ったバット(縦34 cm, 横25 cm, 高さ6 cm)に入れて、20, 25, 32, 37°Cに設定した恒温器内(暗黒条件)で育苗した。育苗期間中の灌水は、育苗箱を入れたバットの水深が約1 cmとなるように毎日1回、午前9時頃に行った。播種後2, 4, 6, 8日目に生育中庸な苗を20個体ずつ採取し、苗丈、葉身長、葉鞘長、根数を測定した後、95°Cで2時間、65°Cで2日間以上通風乾燥し、植物体を地上部と根とに分けて乾物重を測定した。なお、根は根殻を取り除いて玄米の重さを測定した。また、試供した乾燥種子を上述の方法で乾燥し、その玄米重(コシヒカリ:18.2 mg, 黄金錦:18.8 mg)に対する播種後の各調査日の玄米重の比率を胚乳残存割合とした。

#### 実験2: 極短期(4日間)育苗における無緑化乳苗の生育経過

水稻品種コシヒカリおよび黄金錦を試供した。実験1と同様の方法で1993年9月28日に播種し、温度を実験1の結果を参考として、32°C・暗黒とした

恒温器内に入れて育苗した。播種後48, 60, 72, 84, 96時間目に約20個体の生育中庸な苗を根を切らないように丁寧に採取し、水洗い後FAA液で固定した。固定後、苗丈、葉身長、根数、根長を測定し、65°Cで2日間以上通風乾燥させた後、苗地上部と玄米乾物重を実験1と同様の方法で測定した。なお、鞘葉節冠根の根数と根長については、出現位置別(第6図参照)に調査を行った。また、胚乳残存割合を実験1と同様に求めたが、供試種子の玄米乾物重はコシヒカリ17.5 mg, 黄金錦20.5 mgであった。

### 結 果

**実験1:** 第1図と第2図にコシヒカリと黄金錦の播種後の苗の生育状況を示した。両品種とも苗丈、苗地上部重の増加速度は、32°C>37°C>25°C>20°Cの順に速く、それに伴い胚乳の消費速度も速かった。コシヒカリと黄金錦を比較すると、同一温度条件下での苗丈の伸長速度はコシヒカリで、苗地上部重の増加速度および胚乳養分の消費速度は黄金錦で速かったが、とくにこの傾向は高温下で大きく認められた。田植機の植え付け精度上必要とされる苗丈7~8 cm<sup>6,12,16)</sup>に達するのに要した日数には、品種間差異は認められず、32°C, 37°C, 25°Cおよび20°Cで、それぞれ3~3.5日, 3.5~4日, 6~6.5日および7~8日であった。苗丈7~8 cmの時点における葉齢は両品種とも2.0~2.1であり、苗地上部重は育苗温度に関わりなく、コシヒカリでは4 mg前後、黄金錦では4~5 mgであった。また、胚乳残存割合は、それぞれ50~60%, 40~50%となり、苗地上部重は黄金錦が、胚乳残存割合はコシヒカリがやや高いと言えた。

第3図には苗の生育状況を積算温度との関係で示した。同じ積算温度での生育を比較すると、苗丈、苗地上部重は32°C>37°C>25°C≒20°Cの順に優った。播種後日数でみた場合(第1, 第2図)と比較

Table 1. Effects of temperature on the relationship between consumption of endosperm (x) and top dry weight (y) of the seedlings raised in darkness for 8 days.

Temp (°C)	Cultivar		Ratio of b <sup>#</sup>
	Koshihikari	Koganenishiki	
20	$y = -0.284 + 0.551x$ ( $r = 0.998^{**}$ ) <sup>\$</sup>	$y = -0.580 + 0.530x$ ( $r = 0.992^{**}$ )	104.0
25	$y = -0.591 + 0.571x$ ( $r = 0.997^{**}$ )	$y = -0.924 + 0.599x$ ( $r = 0.995^{**}$ )	95.3
32	$y = -0.116 + 0.536x$ ( $r = 0.995^{**}$ )	$y = -0.883 + 0.586x$ ( $r = 0.998^{**}$ )	91.5
37	$y = -0.080 + 0.445x$ ( $r = 0.996^{**}$ )	$y = -0.488 + 0.548x$ ( $r = 0.996^{**}$ )	81.2

\$: Regression line;  $y = a + bx$  ( $r$ ). #: b values of the regression line of Koshihikari/Koganenishiki × 100.

\*\* : Significant at 1% level.

して、37°Cの苗丈、苗地上部重は25°Cおよび20°Cと近い値を示した。苗丈7~8 cmに達するのに要した育苗積算温度は32°Cで100~110°Cと最も少な

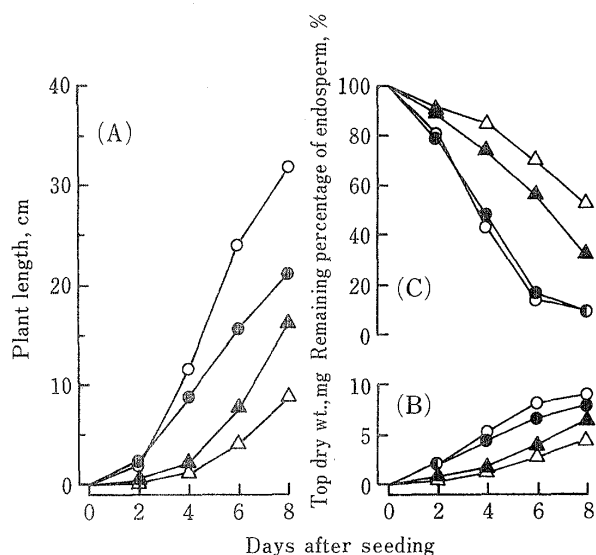


Fig. 1. Changes of plant length (A), top dry weight (B) and remaining percentage of endosperm (C) of seedlings raised under different temperature and dark conditions after seeding (Cultivar: Koshihikari). ● 37°C, ○ 32°C, ▲ 25°C, △ 20°C. Standard error for plant length could be calculated, but they fell within the symbols.

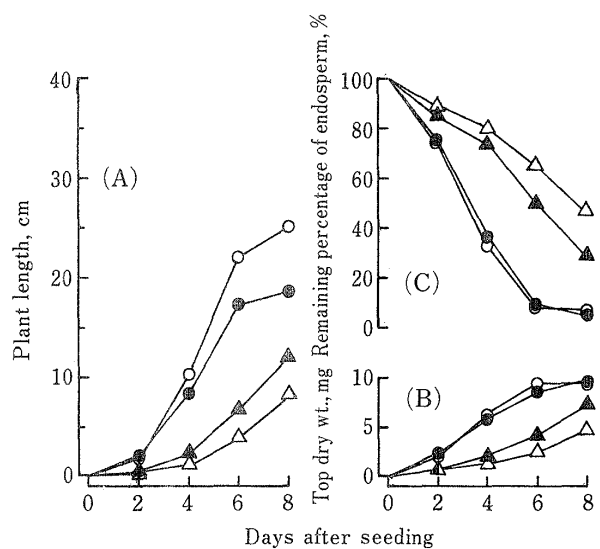


Fig. 2. Changes of plant length (A), top dry weight (B) and remaining percentage of endosperm (C) of seedlings raised under different temperature and dark conditions after seeding (Cultivar: Koganenishiki). ● 37°C, ○ 32°C, ▲ 25°C, △ 20°C. Standard error for plant length could be calculated, but they fell within the symbols.

く、37°Cで130~140°C、25°Cおよび20°Cで150~160°Cとなった。

次に、胚乳養分の苗の生育への利用(転換)効率を明らかにするために、播種後2, 4, 6および8日目の胚乳養分消費量(x)と苗地上部重(y)より回帰式を育苗温度毎に求めて第1表に示した。両品種とも、各育苗温度において両者の間には高い有意な正の相関関係がみられたが、回帰係数は、コシヒカリでは25°C>20°C>32°C>37°Cの順に、また黄金錦では25°C>32°C>37°C>20°Cの順に高かった。両品種の回帰係数は25°Cで最も高かった点では一致したが、これよりも低温下ではコシヒカリの、高温下では黄金錦の回帰係数が高く、顕著な品種間差異が認められた。

**実験2:** 実験1より、32°C・暗黒条件下において極短期(3~3.5日間)で苗丈7~8 cmの乳苗の育成が

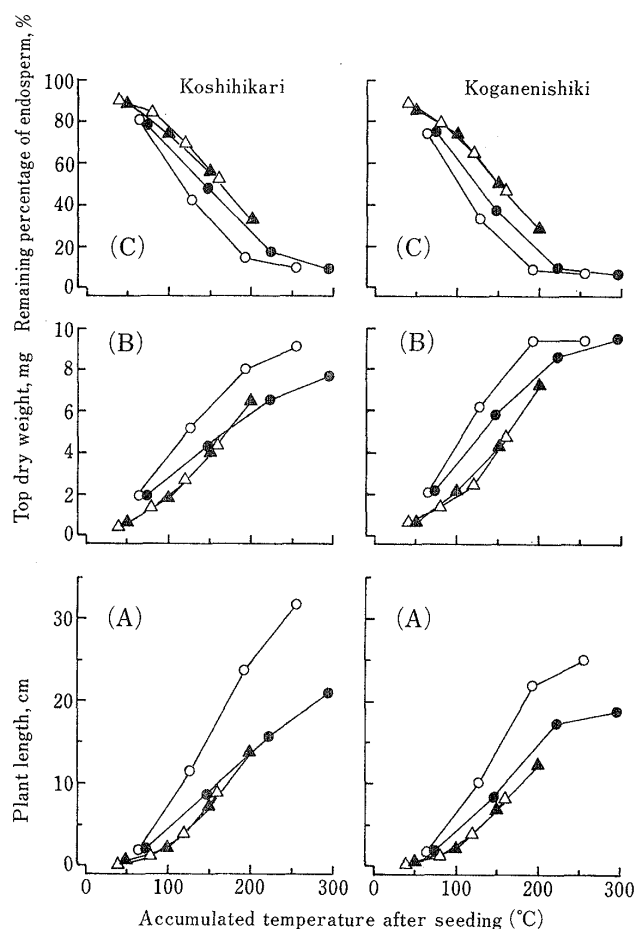


Fig. 3. Relationship between accumulated temperature and plant length (A), top dry weight (B) and remaining percentage of endosperm (C) of seedlings raised under different temperature and dark conditions after seeding.

Symbols are the same as those in Fig. 1.

可能であることが明らかとなった。そこで、32°C・暗黒条件下における乳苗の育苗期間中(4日間)の生育経過を調査した。

第4, 第5図には出芽後12時間毎のコシヒカリと黄金錦の地上部と根の生育経過を示した。両品種とも同様の生育経過を示したので、以下では黄金錦についての生育経過を中心に述べる(第5図)。播種後48時間目の苗丈(鞘葉の長さ)は約1.5 cmであった。その後、鞘葉を内側から破って第1葉, そして第2葉身が現れ, 第2葉鞘が伸長することによって, 苗丈は直線的に増加し, 96時間目には約8.0 cmとなった。葉齢は, 出芽後から播種後72時間目にかけて急増し, 0 齢から約1.9 齢になったが, その後は増加が停滞し96時間目の葉齢は約2.1に留まった。

次に, 根についてみると, 出芽時には既に約3.5 cmに伸長した種子根と種子根側の鞘葉を突き破って出現したばかりの鞘葉節冠根 a1, a2 (第6図)の2本の計3本の根が出現していた(第2表)。その後60時間目にかけて, 種子根の反対側の鞘葉節から b1, b2 が出現し, 遅れて a1 と a2 の間から c が出現し, 96時間目には根数は平均5.1本となった。なお, c 根の出現率は a1, a2 や b1, b2 とくらべて著しく低かった(第2表)。

出現位置別の鞘葉節冠根長の推移を第3表に示した。同表より, 出現の早い鞘葉節冠根ほど長く推移しており, 出現時期のほぼ等しかった a1 と a2, b1 と b2 では長さもほぼ等しく推移した。播種後96時間後における a1, a2 の長さは約3.0 cmで, b1, b2

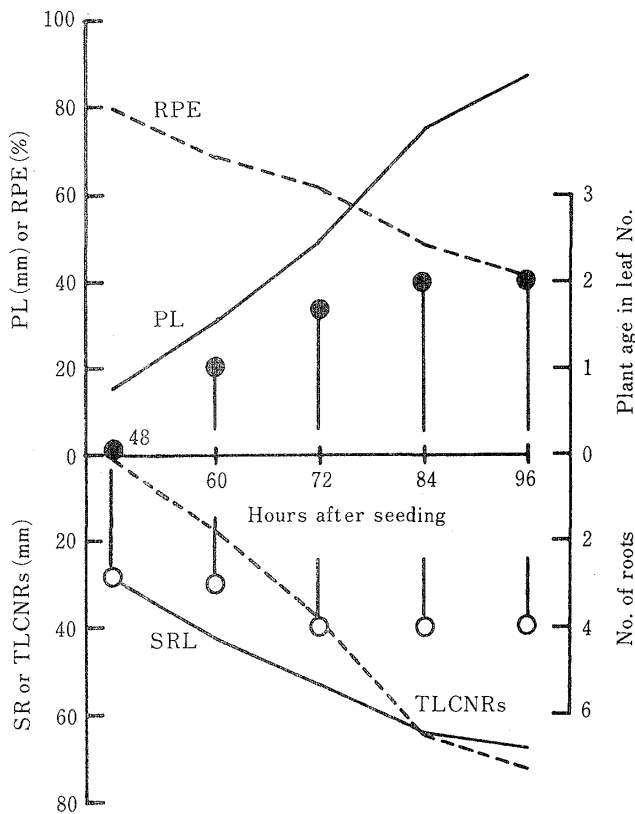


Fig. 4. Changes of some growth characters of seedlings raised under 32°C and dark conditions from 48 to 96 hours after seeding (Cultivar: Koshihikari).

● Plant age in leaf number, ○ Number of roots.  
PL: Plant length, RPE: Remaining percentage of endosperm, SRL: Seminal root length, TLCNRs: Total length of coleoptilar nodal roots.

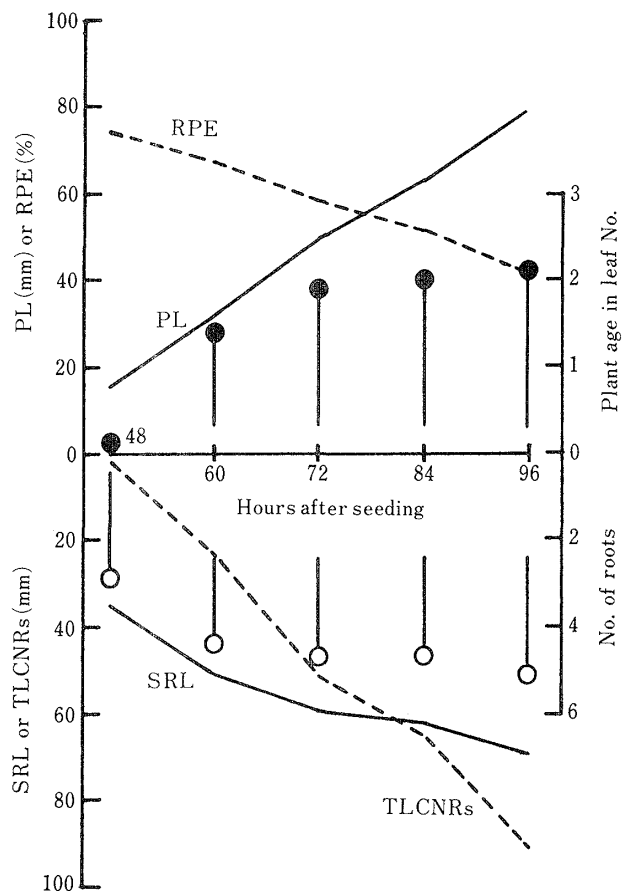


Fig. 5. Changes of some growth characters of seedlings raised under 32°C and dark conditions from 48 to 96 hours after seeding (Cultivar: Koganeishiki).

● Plant age in leaf number, ○ Number of roots.  
PL: Plant length, RPE: Remaining percentage of endosperm, SRL: Seminal root length, TLCNRs: Total length of coleoptilar nodal roots.

Table 2. Emergence percentage of coleoptilar nodal roots at different positions from 48 to 96 hours after seeding.

Cultivar	Hrs after seeding	Position of CNRs*				
		a1	a2	b1	b2	c
Koshihikari	48	95.0%	95.0%	0%	0%	0%
	60	100	100	0	0	0
	72	100	100	0	100	0
	84	100	100	0	100	0
	96	100	100	0	100	0
Koganenishiki	48	100	100	0	0	0
	60	100	100	66.7	72.2	0
	72	100	100	68.8	87.5	12.5
	84	100	100	64.3	100	7.1
	96	100	100	100	100	4.8

\*: Coleoptilar nodal roots (Refer to Fig. 6).

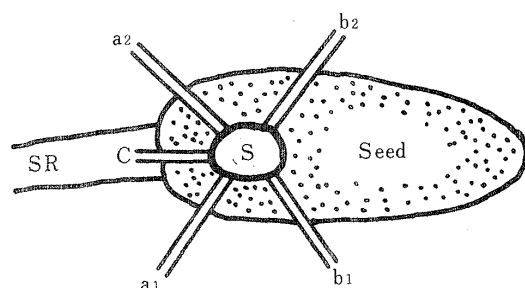


Fig. 6. Emergence position of coleoptilar nodal roots viewed from upper side.

S: Shoot, SR: Seminal root, a1・a2, b1・b2, c: Coleoptilar nodal roots they emerge in order of a, b, c.

播種後 72 時間目以降に認められた。この時期は第 2 葉鞘が急伸長を開始する時期であった。苗丈 7~8 cm における胚乳残存割合は黄金錦とほぼ等しく 50~40% であった。また、コシヒカリでは鞘葉節冠根は a1, a2 および b2 の 3 本しか出現せず (第 2 表), 96 時間目の苗の発根数は 4.0 本であり, さらに全鞘葉節冠根長は約 7.2 cm でいずれも黄金錦にくらべて劣った (第 4 図)。出現時期がほぼ等しかった鞘葉節冠根 a1 と a2 の長さはほぼ同じ値で推移しており, これらの長さは出現時期の遅れた b1 にくらべて長かった (第 3 表)。また出現位置が同じ鞘葉節冠根の長さは黄金錦と大差なく推移した。

## 考 察

乳苗の苗素質としては, 田植機による植付け精度上, 苗丈が 7~8 cm<sup>6,12,16)</sup> で, 移植後の各種環境耐性<sup>4,6,12,14,16)</sup> や活着<sup>4,6,12,16,23)</sup> の点から胚乳養分が約 50% 残存していることが望ましいとされている<sup>12,16)</sup>。本研究は, 王ら<sup>22)</sup> および星川・長谷部<sup>9)</sup> によって開発された無緑化乳苗 (あるいは黄化乳苗) の生育に及ぼす育苗温度の影響について検討し, 上述した素質を備えた苗をできるだけ短期間に育苗するための基礎的知見を得るとともに (実験 1), 極短期 (4 日間) 育苗の無緑化乳苗の生育経過について検討した (実験 2) ものである。

その結果, 20~37°C の範囲では 32°C 付近で苗丈をはじめとする苗の生長速度と胚乳養分の消費速度が最も速く, それよりも温度が低くても, また高くてもそれらは低下した<sup>20,21)</sup> (第 1, 第 2 図)。この温度域は箱育苗稚苗の出芽適温域<sup>7)</sup> と一致する。32°C 下では試供したコシヒカリおよび黄金錦とも

はこれらの約 1/2 の 1.5 cm であった。

種子根長は, 出芽時には約 3.5 cm であったものが, その後伸長して 96 時間後には約 7.0 cm とほぼ倍の長さに達した (第 5 図)。この時期の種子根の基部には多数の分枝根がみられた。全鞘葉節冠根長は, 出芽時にはわずか約 0.2 cm であったものがほぼ直線的に増加し, 80 時間目頃には種子根長よりも長くなり, 96 時間目には約 9.0 cm に達した。この時の種子根長と全鞘葉節冠根長を合計した総根長は約 16.0 cm であった。

胚乳養分は, 地上部と根の生長のために消費されるため, 出芽時に約 75% 残存していたが, その後直線的に低下し, 96 時間目には約 40% となった (第 5 図)。

コシヒカリについても, 黄金錦とほぼ同様の地上部および根の生育経過をたどり 96 時間目の葉齢は 2.0, 草丈 8.7 cm, 種子根長約 6.8 cm であった (第 4 図)。苗丈が黄金錦にくらべて長くなったのは実験 1 の結果と同様であったが, 両品種の苗丈の差異は

Table 3. Changes of coleoptilar nodal root lengths at different position from 48 to 96 hours after seeding.

Cultivar	Hrs after seeding	Position of coleoptilar nodal roots*				
		a1	a2	b1	b2	c
		mm	mm	mm	mm	mm
Koshihikari	48	0.7±0.10	0.7±0.09	—	—	—
	60	8.2±0.73	9.4±0.83	—	—	—
	72	18.0±0.65	16.4±4.51	—	3.1±0.52	—
	84	27.5±1.25	29.5±1.22	—	8.7±1.19	—
	96	29.7±1.58	31.1±1.06	—	11.3±1.12	—
Koganenishiki	48	1.1±0.26	1.1±0.31	—	—	—
	60	10.8±0.60	9.8±0.82	1.5±0.46	1.7±0.52	—
	72	19.7±1.32	20.4±1.10	4.3±0.91	6.8±0.83	0.6±0.41
	84	24.2±0.68	24.9±1.01	4.7±1.47	10.6±1.78	0.1±0.07
	96	30.5±0.92	31.1±1.00	15.1±2.35	14.0±1.07	0.1±0.14

Mean±SE. \*: Refer to Fig. 6.

3～3.5日で苗丈7～8 cmに到達し、この時の胚乳残存割合は40～60%で、乳苗の苗素質として重要とされる約50%の胚乳養分が残存していた。積算温度で苗の生長速度をみた場合にも32°Cで最も速く、100～110°Cで苗丈7～8 cmに到達した(第3図)。これに対して、37°Cでは130～140°C、25°Cと20°Cでは150～160°Cであった。これらの結果より、出芽適温<sup>7)</sup>と同程度の温度域に無緑化乳苗の極短期(約4日間)育苗の適温域があるものと推定された。

今井<sup>11)</sup>らは、パイプハウス内の平置き無加温条件下で、苗丈8 cm程度の出芽苗(葉齢2.4程度)を育苗するには積算気温で140°C(品種:コシヒカリ)～150°C(同:新潟早生)が必要であるとしている。佐藤・遠藤<sup>18)</sup>は、28°Cで3日間出芽後ハウス内で緑化・硬化処理を行い、乳苗の苗丈7 cm程度を確保するには出芽後の積算気温で130°C(品種:コシヒカリ)～160°C(同:ひとめぼれ)が必要であると報告している。また、王ら<sup>22)</sup>は、コシヒカリを試供して32°C育苗器内(暗黒条件)で4日間(積算温度128°C)の育苗により苗丈6.5 cmの乳苗が得られたとしている。本研究の32°C条件下での積算温度は、上述した今井ら<sup>11)</sup>、佐藤・遠藤<sup>18)</sup>および王ら<sup>22)</sup>の報告と共通品種であるコシヒカリについても100～110°Cであり、これらの報告とくらべても少ない。この原因として、前二者の報告とは緑化の有無などをはじめとする育苗方法が大きく異なっていたことが考えられた。これ以外に、本研究は株まきポット育苗箱を用いて、8月に実験を行ったために培地の温度が設定温度の32°Cに到達するのに要する時間が短くなったことが一因と考えられた。この点に関して、上述

した佐藤・遠藤<sup>18)</sup>は播種時に温水を灌水して育苗開始時より培地温度を28°Cとした場合には、苗丈の確保が容易であるとしており、春先の低温下で培地温度をいかに早く育苗設定温度に到達させるかが短期育苗の要点となるとしている。また、斎藤・後藤<sup>17)</sup>はササニシキを用いて、育苗開始時より培地温度を含めて所定の温度になるように配慮した条件下では、31°C・4日間(積算温度124°C)で苗丈が7 cmに到達したことを報告している。しかし、この研究例と比較しても、本研究の積算温度が依然低かったのは試供品種の差異や育苗開始時の種籾の芽出し程度の差異などが原因として考えられた。

一方、乳苗は従属栄養期にあるので、その生長を胚乳養分に依存している<sup>2)</sup>が、胚乳養分の生長への利用(転換)効率を知るために、胚乳養分消費量(x)と苗地上部重(y)との回帰式を求めて検討した(第1表)。その結果、回帰係数×100を利用効率とすると、コシヒカリでは44.5～57.1%の値を示し25°C>20°C>32°C>37°Cの順に、黄金錦では53.0～59.9%の値を示し25°C>32°C>37°C>20°Cの順に高く、両品種とも上述した苗丈をはじめとする生長速度の順序とは一致しなかった。また、胚乳養分の利用効率は両品種とも25°Cで最も高く一致したが、コシヒカリは比較的低温下で、黄金錦は比較的高温下で高く、品種間差異が認められた。田中・山口<sup>20,21)</sup>は、水稻種子(品種:Peta<sup>20)</sup>とユウカラ<sup>21)</sup>)の暗所での種子中物質の生長への利用率(生長効率と呼んだ)は20～32°Cの温度範囲では約60%前後で温度による差異はみられないとしており、本研究の結果はこれとは異なった。この原因の一つとして、本研究で

は胚乳養分の利用効率を苗地上部のみを対象として算出したことが考えられた。平野ら<sup>5)</sup>は32°C, 27°C, 22°C下で出芽後の苗地上部重は、32°C出芽区で最も優るが、根重は低温出芽区ほど優るとしている。

実験1において32°C付近で極短期間の無緑化乳苗育苗が可能であることが明らかとなったので、32°C(暗黒条件)下における播種後48時間～96時間までの生育経過を12時間毎に調査した(実験2)。葉齢は播種後72時間目頃までにほぼ直線的に増加して2.0に近い値となったが、その後96時間目にかけての葉齢の進みは小さかった<sup>10)</sup>(第4, 第5図)。これに対して、苗丈は播種後48～96時間目にかけてほぼ直線的に増加したが、72時間目以降においては第2葉鞘長の差異によりコシヒカリが黄金錦より高く推移し、播種後96時間目の苗丈はコシヒカリ8.7 cm, 黄金錦7.9 cmとなった。このように第2葉鞘長の差異は品種や育苗方法による苗丈の差異をもたらす原因と考えられた。

次に、根の生育経過をみると、出芽時には種子根とその左右に鞘葉節冠根が2本、わずかに出現していた(第4, 第5図)。その後、第2葉身がほぼ全長に達した播種後72～84時間にかけて鞘葉節冠根が出現したが、黄金錦では平均4.1本、コシヒカリでは3.0本と品種間差異がみられた。杉浦<sup>19)</sup>、川田ら<sup>13)</sup>および星川・庄司<sup>8)</sup>は鞘葉節冠根の原基数は5本であり、退化せずに5本全てが出現すると報告しているが、本研究の結果はこれらの報告とは異なった。一方、Aimi and Nakayama<sup>1)</sup>は鞘葉節冠根原基数は畑苗で5本、水苗で3本あるとし、新田・山本<sup>16)</sup>は鞘葉節冠根の原基数は必ずしも5本ではなく、品種間に差異のあることを認めている。鞘葉節冠根が最大5本出現した黄金錦について、その出現位置をみると第6図に示した通りであり、出現順序はa1, a2, 次いでb1, b2であり、最後にcが出現した(第2表)。この出現順序はコシヒカリについても同様であり、両品種間に差異は認められなかった。鞘葉節冠根の出現順序については、川田ら<sup>13)</sup>は、まずa1, a2が出現し、次いでcが、遅れてb1, b2が出現するとしている。また、星川・庄司<sup>8)</sup>は、まずa1, a2およびcが同時に出現し、遅れてb1, b2が出現するとしている。一方、藤井<sup>3)</sup>は、まずa1, a2が出現し、次にb1, b2が、遅れてcが出現するとしている。本研究の結果は藤井<sup>3)</sup>の報告と一致した。このように鞘葉節冠根の原基数や出現数、さらには

出現順序は、品種や育苗条件などによって異なるものと推定された。

種子根長は播種後48～96時間目にかけてほぼ直線的に伸長したが、播種後72ないし84時間目以降にはやや伸長速度が低下する傾向がみられた(第4, 第5図)。これは鞘葉節冠根や第2葉鞘の急激な伸長による胚乳養分の競合に起因するものと推定された。一方、鞘葉節冠根は出現時期の早いものほど長く推移し(第3表)、これらを合計した全鞘葉節冠根長は出芽後直線的に増加して、播種後80時間目頃に種子根長を凌駕した。播種後96時間目の種子根と全鞘葉節冠根の合計長は14.0(コシヒカリ)～16.0 cm(黄金錦)であり、鞘葉節冠根数の少なかったコシヒカリでやや短くなったが、これらの値は星川・庄司<sup>8)</sup>がササニシキについて、葉齢2.0の乳苗の種子根長と鞘葉節冠根長の合計長は8.5 cmとなったと報告している結果とくらべて著しく長かった。星川・庄司<sup>8)</sup>はまた、乳苗の活着根は鞘葉節冠根であるとしているが、本研究の結果では葉齢が2.0の乳苗においても鞘葉節冠根はほぼ出現を完了しており、かなりの長さに達していたことから、活着根に1節上位の第1節冠根を含める方が妥当のように考えられる<sup>16)</sup>。

胚乳残存割合は、播種後48時間目には約75(黄金錦)～80%(コシヒカリ)であったものが、直線的に低下し、播種後96時間目には両品種とも約40%となった。また、苗丈7～8 cmにおける胚乳残存割合は50～40%で、この値は実験1の結果とほぼ一致した。

## 引用文献

1. Aimi, R. and H. Nakayama 1957. Rooting ability in rice seedlings under low temperature. I. Potentiality of re-rooting. Proc. Crop Sci. Soc. Japan 26: 154—155.
2. 壇上 勉 1966. 稲および麦類種子の発芽時における胚乳貯蔵養分の消化について. 宮崎大農研時報 12: 155—208.
3. 藤井義典 1961. 稲・麦における根の生育の規則性に関する研究. 佐賀大農彙報 12: 1—117.
4. 富民協会 1990. 乳苗稲作の誕生. 富民協会, 東京. 1—157.
5. 平野 貢・本庄一雄・藤瀬一馬・大和田博 1983. 胚乳養分の消費と稚苗の生育—特に出芽温度の影響について—. 日作東北支部報 26: 29—31.
6. 姫田正美 1994. 水稻の乳苗移植栽培技術 [1] [2]—その研究成果と今後の課題—. 農及園 69: 679—683, 791—796.

7. 星川清親 1971. 稚苗の生理と育苗技術. 農文協, 東京. 1—236.
8. ———・庄司駒男 1990. 水稻乳苗の移植適齡と活着機作について. 日作紀 59 (別2) : 173—174.
9. ———・長谷部幹 1992. 水稻乳苗の貯蔵に関する研究—出芽後貯蔵した乳苗の活着について—. 日作紀 61 (別1) : 12—13.
10. ———・佐々木良治 1993. 水稻乳苗の育苗条件と葉の伸長および葉齡について. 日作紀 62 (別2) : 25—26.
11. 今井良衛・成保俊一・佐々木康之・小出道雄・長沢裕滋・高野 隆 1987. 水稻の出芽苗移植栽培に関する研究. 第1報 出芽苗の育苗法. 新潟農試研報 36 : 1—8.
12. JA 全農施設・資材部 1994. 乳苗のてびき. JA 全農施設・資材部, 東京. 1—160.
13. 川田信一郎・山崎耕宇・石原 邦・芝山秀次郎・頼 光隆 1963. 水稻における根群の形態形成について. とくにその生育段階に着目した場合の一例. 日作紀 32 : 163—179.
14. 今野一男 1992. 寒地における水稻の乳苗移植栽培に関する研究—乳苗 (出芽苗) 低温抵抗性について—. 日作紀 61 (別1) : 10—11.
15. 新田洋司・山本由徳 1995. 水稻苗の冠根原基数の品種間差異. 日作紀 64 (別1) : 146—147.
16. 農文協 1995. 乳苗稲作の実際. 農文協, 東京. 1—194.
17. 斎藤満保・後藤雄佐 1994. 出芽苗 (乳苗) 育苗のための基礎的研究. 1 苗の生長に及ぼす温度の影響. 日作紀 63 (別2) : 17—18.
18. 佐藤博志・遠藤雅子 1993. 乳苗の草丈確保に関する研究. 日作東北支部報 36 : 3—4.
19. 杉浦正二 1951. 水稻幼植物に於ける冠根の発生について. 日作紀 21 : 22—23.
20. Tanaka, A. and J. Yamaguchi 1968. The growth efficiency in relation to the growth of rice plant. Soil Sci. Plant Nutr. 14 : 110—116.
21. 田中 明・山口淳一 1969. 作物の生長効率に関する研究. 第1報 種子の暗所発芽時の生長効率. 土肥誌 40 : 38—42.
22. 王 善本・伊藤十四英・星川清親 1992. 水稻黄化乳苗の移植実用性について. 日作紀 61 (別1) : 14—15.
23. 山本由徳・松岡寿充 1987. 従属栄養期～独立栄養期における水稻苗の活着と初期生育に及ぼす根および根の損傷の影響. 日作四国支紀 24 : 44—45.