

# 1 冷害

## (1) 冷害現象

夏期の冷涼な気候によって著しく減収することを冷害と呼び、特に寒地では冷害は長い間、農民生活を脅やかしてきた。広島県内の昭和年代の冷害年を見ると、昭和6, 9, 10, 16, 20, 26, 29, 31, 32, 38, 40, 42, 43, 46, 47, 51, 55, 57年および平成5年の72年間に18回も被害を受け3.7年に1回の率になっている。

その冷害には障害型冷害、遅延型冷害およびいもち型冷害があり、広島県でも昭和55年には、これらの冷害の発生が認められた。(図1)。

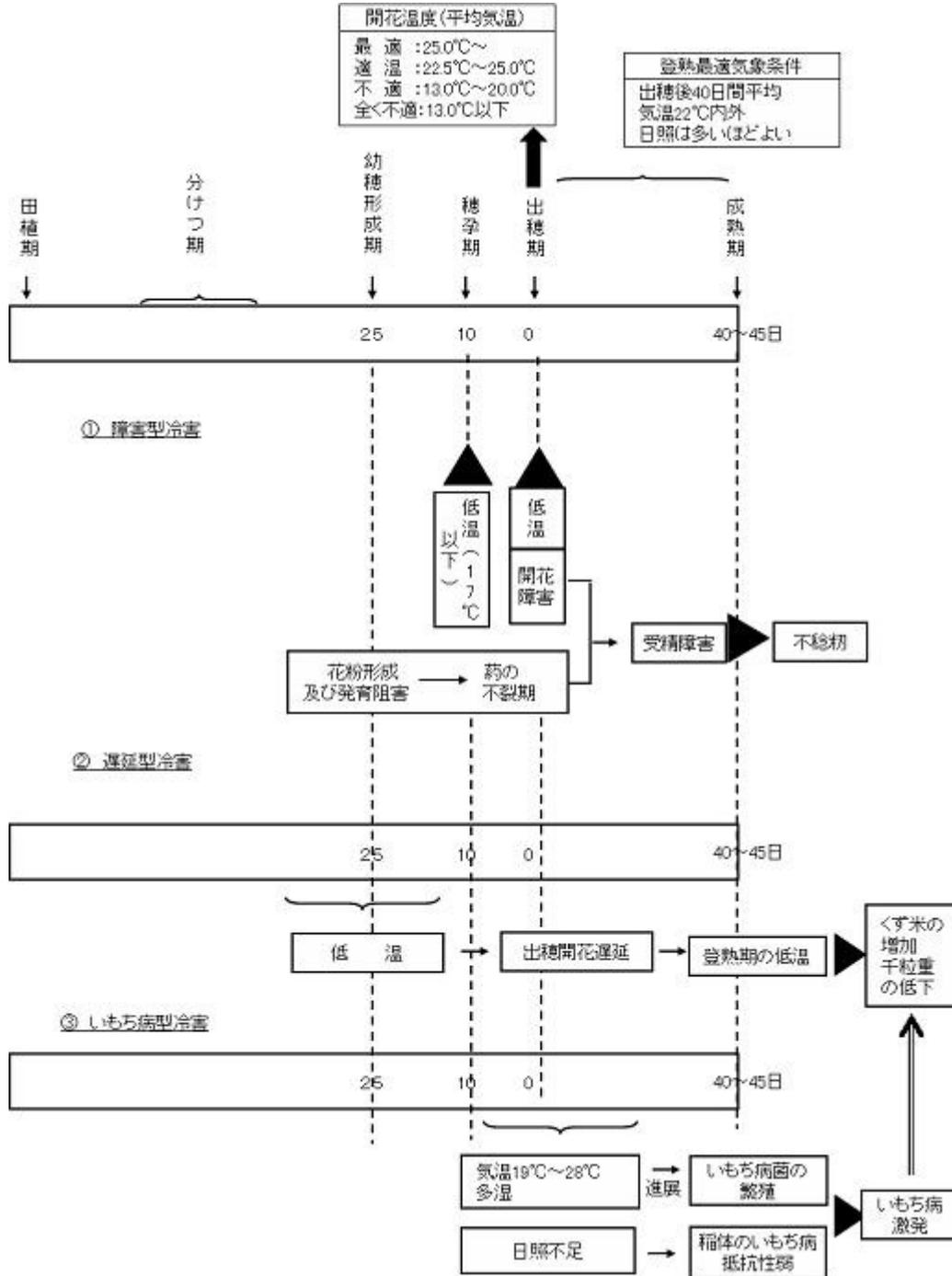


図1 昭和55年水稻冷害の発生図(江戸 1980)

## (2) 冷害の種類

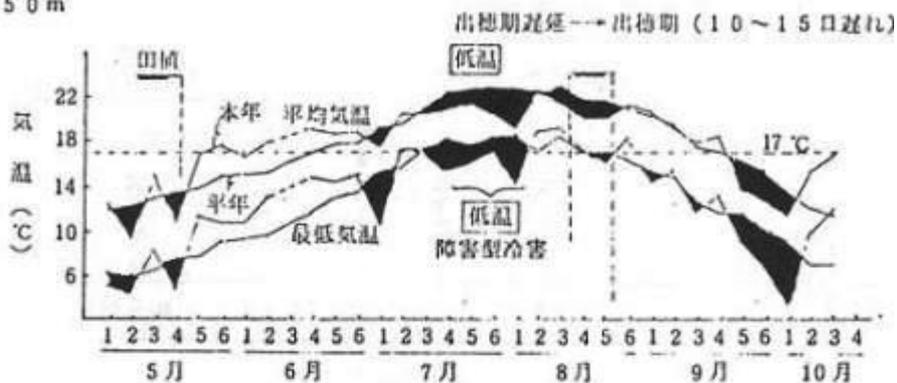
### ア 障害型冷害

稲の生殖生長期から開花期にかけて最低気温が17℃を下回る低温が2日以上続く場合、花粉障害を受け不授精粒が多発して減収となる。その被害を最も受けやすい時期は出穂前5-15日前である。県内でも県北を中心にこの事例では昭和55年の図2、表1、昭和46年の図3、昭和57年の表2に示すとおり最低気温が17℃を下回る日が3日以上続き、この冷害を引き起こしている。

標高700m以上 (障害型冷害と遅延型冷害)

(芸北町八幡)

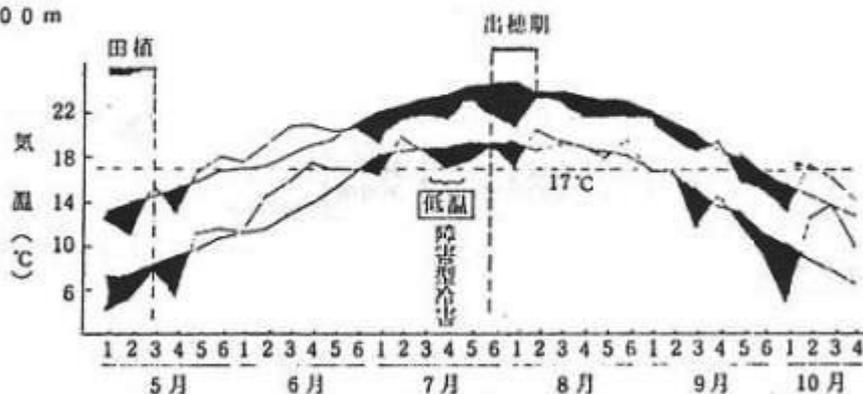
750m



標高350~600m (障害型冷害といもち病型冷害)

(大朝町)

400m



標高200~350m (いもち病多発)

(八本松町)

200m

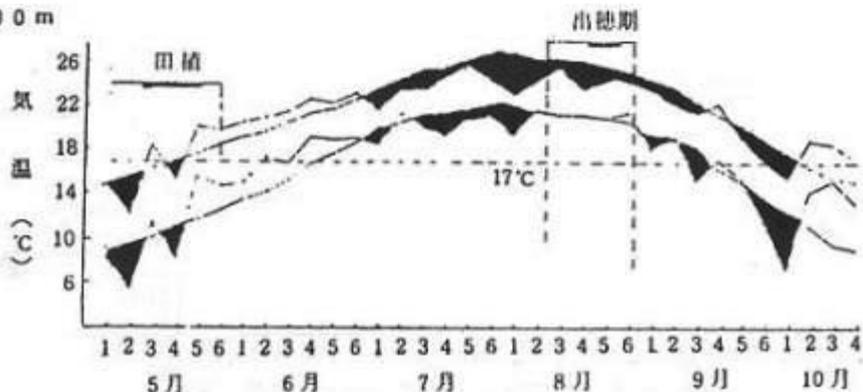


図2 昭和55年地帯別冷害発生状況

表1 S55年7月中旬-8月上旬における低温(17℃以下連続2日)観測地点

| 地点番号 | 県名 | 気象観測地点名 | 標高(m) | 7月   |    |      |      |      |      |      |      |    |      |      | 8月   |      |      |      |      |
|------|----|---------|-------|------|----|------|------|------|------|------|------|----|------|------|------|------|------|------|------|
|      |    |         |       | 12日  | 13 | 15   | 16   | 17   | 19   | 24   | 25   | 27 | 28   | 31   | 1    | 2    | 3    | 15   | 16   |
| 13   | 広島 | 高野      | 570   | 17.0 |    | 16.5 | 13.6 | 12.7 | 16.2 | 15.8 |      |    |      | 16.2 |      |      | 12.6 | 11.9 | 13.4 |
| 14   |    | 庄原      | 300   |      |    |      | 15.7 | 13.6 |      |      |      |    |      |      | 16.9 | 15.6 | 14.0 | 15.8 |      |
| 15   |    | 油木      | 510   |      |    |      | 14.4 | 12.4 |      |      | 16.9 |    |      |      |      | 16.5 | 14.3 | 14.5 |      |
| 16   |    | 世羅      | 330   |      |    |      | 16.7 | 15.7 |      |      |      |    |      |      |      |      | 15.7 |      |      |
| 17   |    | 大朝      | 385   |      |    |      | 15.2 | 13.8 |      |      | 14.4 |    | 16.8 |      | 16.8 | 14.1 | 14.4 |      |      |
| 18   |    | 加計      | 200   |      |    |      | 16.7 | 16.2 |      |      |      |    |      |      |      | 15.7 |      |      |      |
| 19   |    | 佐伯      | 317   |      |    |      | 16.1 | 14.7 | 16.8 |      | 15.6 |    |      |      |      | 15.1 | 16.4 |      |      |
| 20   | 山口 | 徳佐      | 310   |      |    |      |      |      |      | 16.8 | 15.1 |    |      |      |      | 15.2 |      |      |      |

資料: 関係各地方気象台(農業気象速報)

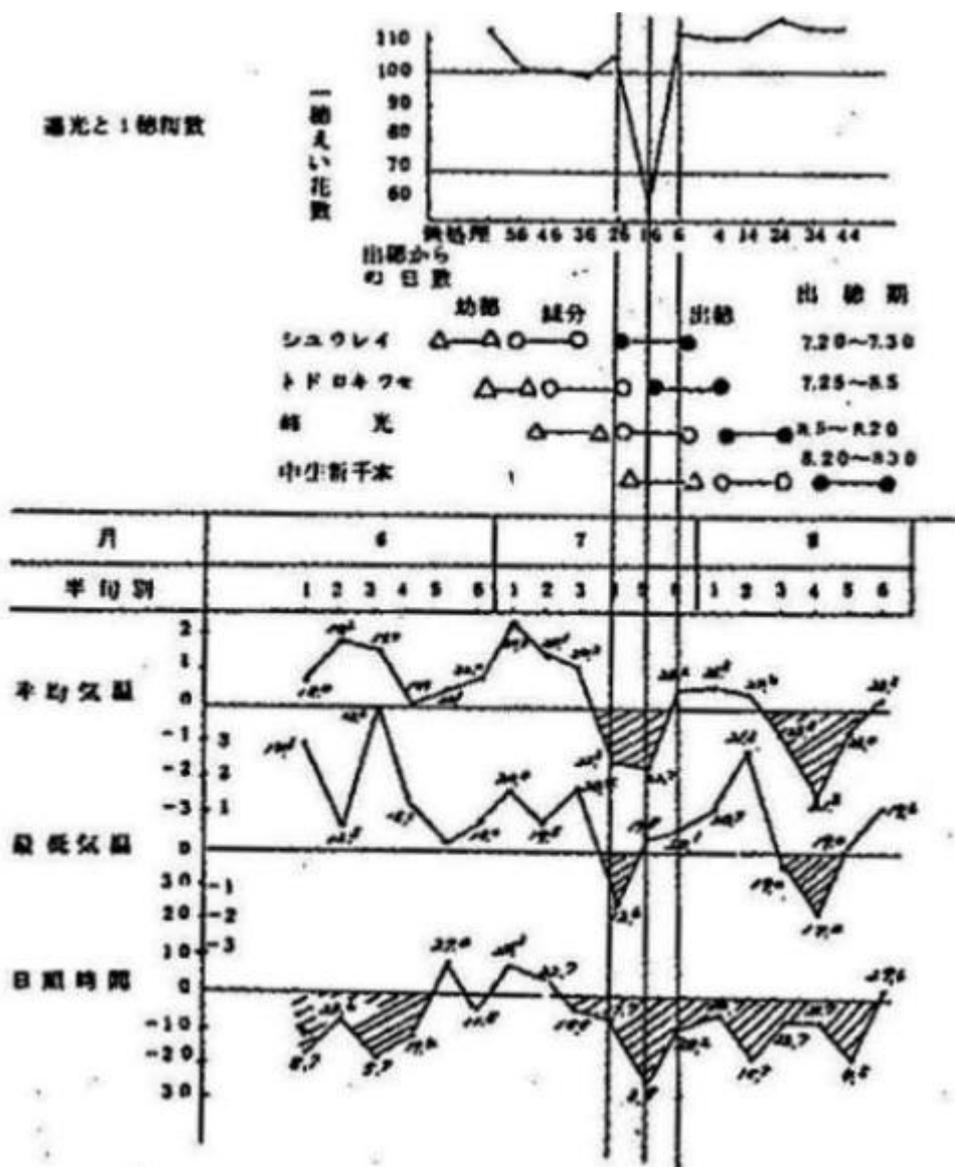


図3 昭和46年の気象と稲の生育

表2 S57年7月中旬-8月上旬における最低気温(°C)

| 観測地点  | 標高  | 7月   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|       |     | 15日  | 16   | 17   | 18   | 19   | 20   | 21   | 22   | 23   | 24   | 25   | 26   | 27   | 28   | 29   | 30   | 31   |
| 芸北八幡町 | 750 | 13.8 | 15.0 | 15.5 | 8.4  | 14.6 | 13.6 | 10.4 | 8.3  | 11.3 | 13.8 | 15.6 | 17.2 | 25.0 | 17.4 | 16.8 | 11.5 | 11.8 |
| 高野町   | 500 | 16.1 | 13.2 | 16.9 | 15.5 | 17.1 | 15.7 | 14.4 | 12.0 | 14.9 |      |      |      |      |      |      |      | 16.9 |
| 油木町   | 450 |      |      | 17.0 | 15.5 |      | 16.8 | 14.9 | 12.2 | 15.1 |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 大朝町   | 380 |      |      | 16.5 | 14.6 | 13.1 | 16.3 | 14.7 | 12.3 | 15.5 | 13.5 |      |      |      |      |      |      | 16.5 |
| 世羅町   | 450 | 13.4 | 13.4 | 13.9 | 13.3 |      | 13.7 |      | 15.1 | 16.3 |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 庄原市   | 310 |      |      |      |      |      |      | 16.6 | 14.3 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 加計町   | 350 |      |      | 13.1 | 15.3 | 13.7 |      |      | 14.5 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 東広島市  | 225 |      |      |      |      |      |      |      | 15.9 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 三次市   | 180 |      |      |      |      |      |      |      | 16.2 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |

| 観測地点  | 標高  | 8月   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|       |     | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |
| 芸北八幡町 | 750 | 16.1 | 14.8 | 14.0 | 11.2 | 13.4 | 16.5 | 14.5 | 13.2 | 14.8 | 11.5 |
| 高野町   | 500 |      |      | 15.9 | 13.9 |      |      |      |      | 16.2 | 15.3 |
| 油木町   | 450 |      |      |      | 14.7 |      |      |      |      |      |      |
| 大朝町   | 380 |      |      | 16.9 | 14.4 |      |      |      |      | 17.8 | 16.4 |
| 世羅町   | 450 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 庄原市   | 310 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 加計町   | 350 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 東広島市  | 225 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 三次市   | 180 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |

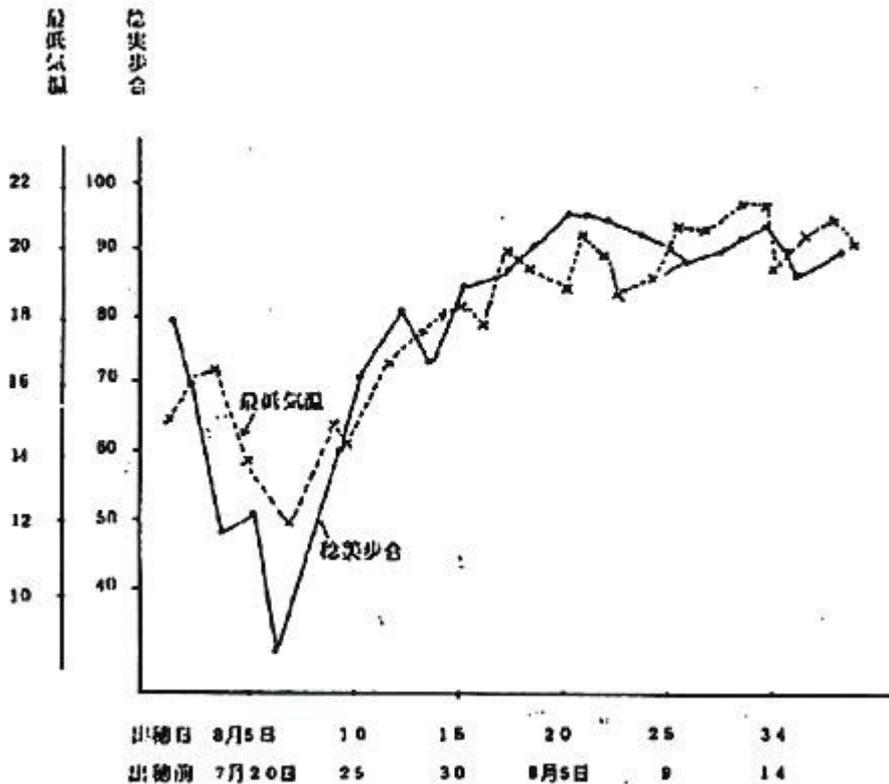


図4 出穂日と出穂前16日前の最低気温と稔実歩合との関係(1957, 藤坂試験地)

## イ 遅延型冷害

主として栄養生長期の低温(7.5℃以下は著しく遅延)によって生育が遅れ、出穂開花期が遅延して登熟期が低温の時期に入るため、稔実障害になったり、青立ちになったりする現象である。遅延型冷害の代表的なものは、昭和6年、29年、43年などの冷害である。

田植ごろより8月前半ごろまで低温少照の天候がつづくときは、まず田植えた苗の活着が悪く、植えたままで分けつせず、ひどいときは苗腐れが発生する。このような天候の場合は、イネの生育は遅延し、出穂期が20日、ときには、1ヶ月おくれることがある。

出穂後の40日間は登熟のために大切な期間であるが県北の高冷地帯では秋が早く来る。(表3は稲生育段階各期と低温条件と減収量の例である)

この秋冷期に登熟期の後半が入ることになれば、米粒は完全に発育せず、青米や屑米が多発して大きな被害となる。このような冷害を遅延型冷害という。過去において障害型冷害と遅延型冷害とはっきり区別して発生する場合と、ときには両者が混合して発生する場合もある。

表3 冷害減収推定尺度表

発生時生育段階:各期  
調査時生育段階:各期

| 被害時期               | 低温条件  |    |    |    |       |    |    |    |       |    |    |    |
|--------------------|-------|----|----|----|-------|----|----|----|-------|----|----|----|
|                    | 14℃   |    |    |    | 17℃   |    |    |    | 20℃   |    |    |    |
|                    | 日数(日) |    |    |    | 日数(日) |    |    |    | 日数(日) |    |    |    |
|                    | 1     | 2  | 3  | 5  | 3     | 5  | 7  | 10 | 5     | 7  | 10 | 15 |
| 分けつ期(6月上旬~7月中旬)    | %     | %  | %  | %  | %     | %  | %  | %  | %     | %  | %  | %  |
| 幼穂形成初期(出穂期前35~30日) | 0     | 0  | 5  | 10 | 0     | 5  | 10 | 20 | 0     | 5  | 10 | 15 |
| 幼穂形成中期( " 25~15日)  | 0     | 5  | 10 | 20 | 5     | 15 | 20 | 30 | 5     | 10 | 20 | 30 |
| 幼穂形成後期( " 10~5日)   | 0     | 10 | 20 | 35 | 10    | 25 | 35 | 50 | 10    | 15 | 30 | 45 |
| 穂孕前期( " 15~10日)    | 5     | 15 | 30 | 50 | 15    | 35 | 55 | 70 | 20    | 25 | 40 | 60 |
| 穂孕中期( " 10~5日)     | 0     | 10 | 20 | 35 | 10    | 25 | 35 | 55 | 10    | 15 | 30 | 50 |
| 穂孕後期( " 5~0日)      | 0     | 5  | 10 | 20 | 5     | 15 | 20 | 30 | 5     | 10 | 25 | 40 |
| 出穂開花期(出穂期後0~5日)    | 5     | 10 | 20 | 20 | 10    | 25 | 35 | 50 | 15    | 20 | 30 | 50 |
| 登熟初期( " 5~10日)     | 0     | 0  | 10 | 10 | 0     | 10 | 15 | 30 | 5     | 5  | 10 | 20 |
| 登熟中期( " 10~25日)    | 0     | 0  | 0  | 0  | 0     | 0  | 5  | 10 | 0     | 0  | 0  | 5  |
| 登熟後期(9月上旬~10月上旬)   | 0     | 0  | 0  | 0  | 0     | 0  | 0  | 0  | 0     | 0  | 0  | 0  |

ウ 登熟期間の気温と日照時間が粒の稔実に及ぼす影響

開花以降の気象環境、特に気温と、日照時間が大きく関与している。

次に、表4は、出穂開花期5日間の平均気温と減収率を示したもので24℃が最適となっている。

表4 出穂開花期5日間の平均気温と減収率(阿部)

| 平均気温 | 15℃ | 20℃ | 21℃ | 22℃ | 23℃ | 24℃ |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 減収率  | 75% | 35% | 14% | 5%  | 2%  | 0%  |

次に、図5、表5は出穂期から40日間の登熟期の気温と減収率を示した試験成績で、最も望ましい条件は積算温度880℃、平均温度22℃といわれているが、下限の積算温度820℃、平均温20.5℃が必要である。

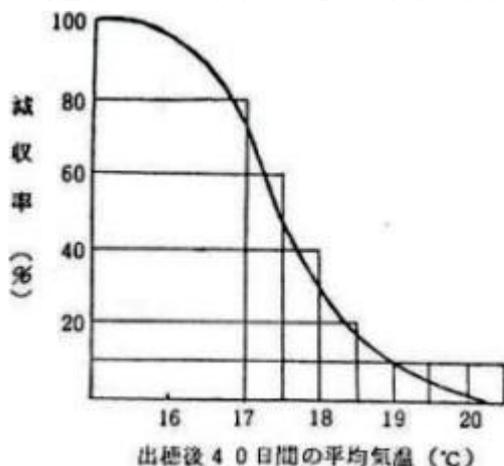


表5 登熟期間の気温と減収率(久保)

|              |               |               |               |               |               |
|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 積算気温<br>(平均) | 840<br>(21.0) | 820<br>(20.5) | 800<br>(20.0) | 780<br>(19.5) | 760<br>(19.0) |
| 減収率 %        | 0             | 0             | 1             | 3             | 7             |
|              | 740<br>(18.5) | 720<br>(18.0) | 700<br>(17.5) | 680<br>(17.0) | 660<br>(16.5) |
|              | 14            | 26            | 45            | 68            | 86            |

図5 水稻の登熟気温と減収率(青森農試)

次に、図6は東北農試の出穂後40日間の平均気温と、合計日照時数との気象登熟指数を表わしたもので、10a 当たり最高収量1,400kgの米の収量をあげるためには平均気温21.4℃、日照340時間となり、平均気温は、それより高くなったり、逆に低くなるにしたがい、一方、日照時間は低下するにしたがい登熟指数が低下している。

エ いもち病型冷害

昭和55年に代表されるように広島地方気象台開設以

来の7-8月の長雨(多湿), 日照不足で, 稲のいもち病抵抗性が弱まり, いもち病が激発してくる。このことは, 標高350m以上の県の中北部地帯に多発したことで関係農業改良普及所の昭和55年の冷夏長雨の被害資料に記録されている。

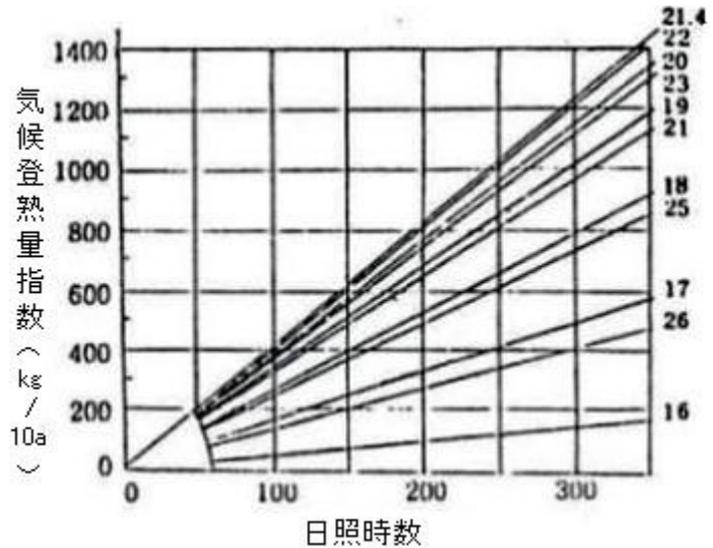


図6 出穂後40日間の平均気温, 合計日照時数と気候登熱量指数との関係(東北農試)

### (3) 冷害の対策

#### ア 深水による保温

万一, 幼穂形成期以後, 17°C以下の低温が予想される場合は図7, 深水16cm以上目標として, 深水灌漑をして, 稲の生長点を深水保温できるようにし, 畦畔の高さも事前に留意しておく必要がある。このためには, まず第1に畦畔作りを高くする。日常, 畦畔管理を十分しておくこと。

第2に減数分裂期には一斉に入水できるように, 河川の水を堰止めして水量の確保をあらかじめしておくこと。

第3に水田に入水・排水を効率的にするため, 水田内を2m程度間隔に管理溝を作ることが必要である。

かん水方法としては, 「昼間止水」が大事である。

窒素の施用量を控え目にする。

表6の北海道名寄地区の実例のように, 窒素成分5kg以内にした場合, かなりの収量を挙げているが, それを2kg増の7kg以上になると10アール当たり50-70kg程度の米の収量とかなり著しく低下する。

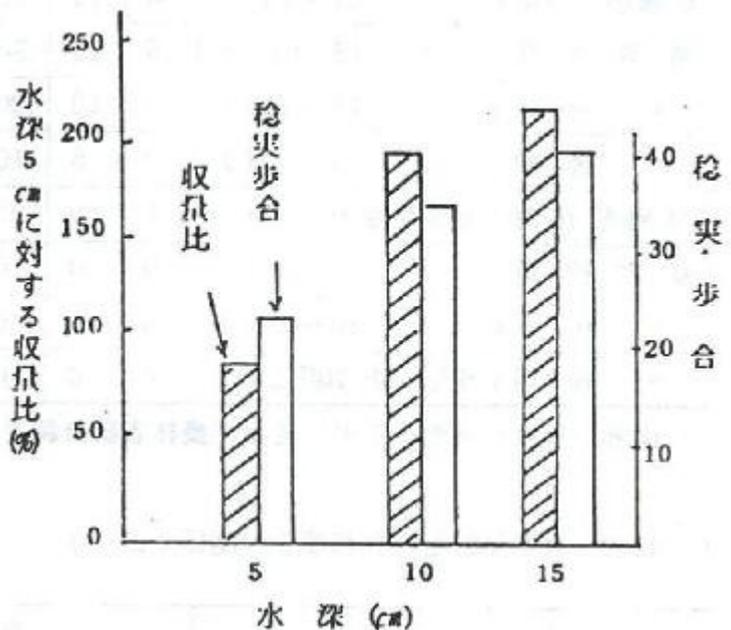


図7 冷害時における深水の効果(北海道農試)

表6 窒素施用量および深水灌漑と収量との関係

(昭和46年 北海道名寄地区農改調べ, 品種しおかり)

| 地区  | 経営面積   | 予想収量<br>(10a当り) | 出穂期   | N施用量<br>(10a当り) | 深水灌漑 |
|-----|--------|-----------------|-------|-----------------|------|
| 名寄市 | 10.7ha | 52.0kg          | 8月 7日 | 7.0kg           | しない  |
| "   | 3.5    | 98.0            | 8 9   | 5.3             | しない  |
| 風速市 | 15.6   | 221.7           | 8 3   | 4.8             | した   |
| "   | 7.3    | 72.0            | 8 8   | 6.0             | しない  |
| 士別市 | 7.2    | 180.0           | 8 12  | 5.3             | した   |
| "   | 5.9    | 71.8            | 8 13  | 7.2             | しない  |

#### イ 冷害対策技術

アの項目が応急対策であるが、あらかじめ計画的に対策を地域ぐるみで進めること。

(ア)冷害に強い品種と、危険分散のため2品種以上、また作期を分散する。

- a 冷害に強い品種            コシヒカリ、ハナエチゼン、あきたこまち、こいもみじ、ひとめぼれ、ココノエモチ
- b 冷害にやや強い品種      ヒロヒカリ、初星、ヒメノモチ、どんとこい
- c 冷害に中位の品種
- d 冷害にやや弱い品種      ホウレイ、キヌヒカリ

(イ)作期をずらすこと

品種を2品種以上としたり、苗質を変えたりして同一時期に出穂期にならない危険分散を考えること。好適作期は、安全出穂期を中心に考え7月25日から8月10日ごろの幅で考え、その期間に段階的に出穂する計画栽培が必要である。

(ウ)耕土培養と施肥改善

a 完熟堆肥を施用し、未熟有機物は使用しないこと。

b 土壌改良剤(珪カル)施用

図8は昭和55年の低温と長雨が水稻止葉の珪酸含有率に与えた影響を高冷地支場(400m)と農試本場(220m)で品種別にみたものである。

明らかにどの品種も高冷地帯になるほど止葉の珪酸含有率が低下している。

止葉の珪酸含有率の低下は葉の姿勢を悪くし、登熟に影響を及ぼす。また、いもち病の抵抗力も減退し、いもち型冷害の発生が助長される。

止葉の珪酸含有率が12%以下の場合、珪酸資材の施用効果が認められるといわれる。珪カルを10アール当たり200kgを3年に1回施用するか、毎年70kg程度を施用し土壤中の可給態珪酸含量を富化する。

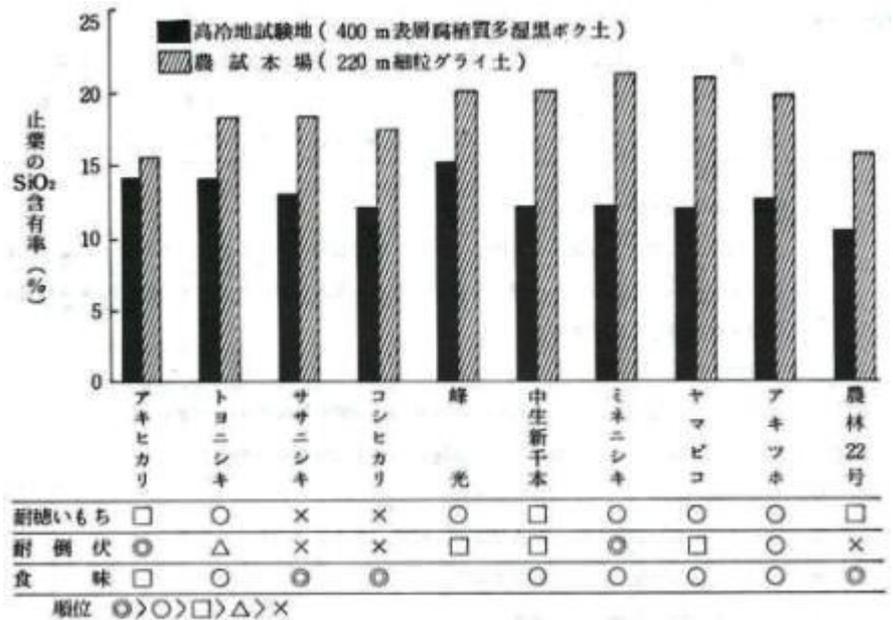


図8 水稻品種と止葉の珪酸含有率及び品種特性(昭和56年)

c 施肥基準を守り、窒素の多用を避ける。生育の遅れぎみな稲には追肥・穂肥など計画の予定量の20%程度少なめに施用する。図9のとおり中苗の効果が期待されているため、ハウス導入による中苗育苗が安定稲作推進上必要である。

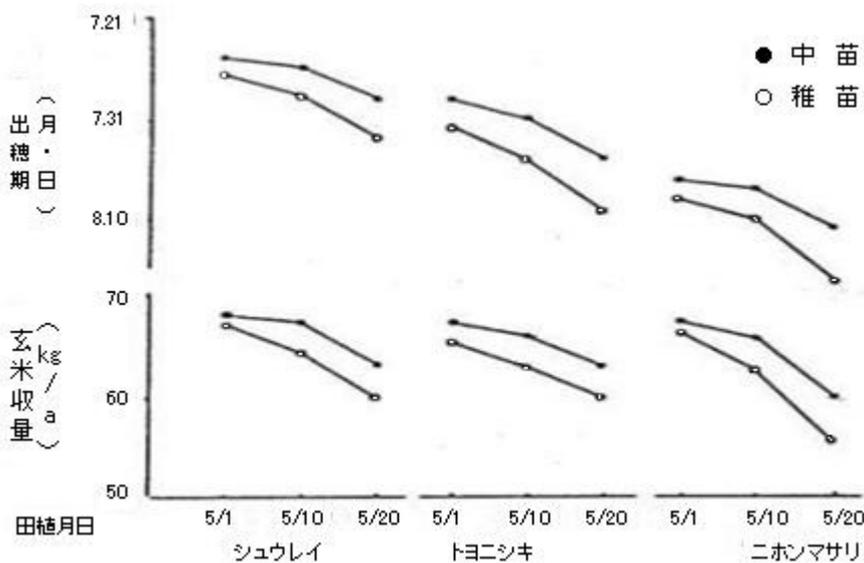


図9 苗令・作期別出穂期と収量(広島高冷地試験地昭和49-51年平均)