

日本産ヒエ属植物の変異—発芽と休眠に関する特性—

元草地試験場
清水 矩宏

野生ヒエの生理的形質として種子の休眠・発芽については多くの知見がみられるが、種をまたぐ比較や、種内の系統間差について詳しく触れている報告はない。ここでは、全国から収集された野生ヒエ4種の種子の休眠・発芽特性の種間・系統間変異について述べる。

本稿の発芽試験では、9cmシャーレの湿潤ろ紙上に種子を置床し(50または100粒・3反復)、明条件は3000luxの蛍光灯連続照射、暗条件はアルミフイルでシャーレを包んで、所定の温度に設定した恒温器で実施した(7~10日で発芽が見られなくなった時点で終了した。残存種子は、TTC検定は行っていないが、腐敗などはなかったことから休眠状態と判定した)。

暖地型牧草種の発芽特性の類別

著者は、ヒエ属と同じC₄植物である暖地型牧草の特性について調査を行っていたが、その休眠覚醒過程で発芽の光要

求性を検討し、下記の類型を得ていた。

5種の暖地型牧草種子について、採種後随時30℃明・暗条件下での発芽率を調査した。その結果、明・暗条件下での発芽率の対応は種ごとに異なったため、図-1に示す5型がみられることを確認した。

種子集団は、完全な休眠状態では発芽率が0% (図-1の左下)、休眠が完全に覚醒したら発芽率が100% (同図の右上)となる。この0~100%の間を休眠覚醒過程とした。

L1型: 休眠の覚醒が始まると明条件下での発芽率が増加し、それが80%以上の高い発芽率になってから暗条件下の発芽が増加する。典型的な明発芽性。

L2型: 明条件下の発芽が先行するが、暗条件下での発芽も進む。

N型: 休眠覚醒のいずれの段階でも明暗の差がない。

D1型: 休眠の覚醒が始まると暗条件下での発芽率が増加し、それが80%以上の高い発芽率になってから明条件下の発芽

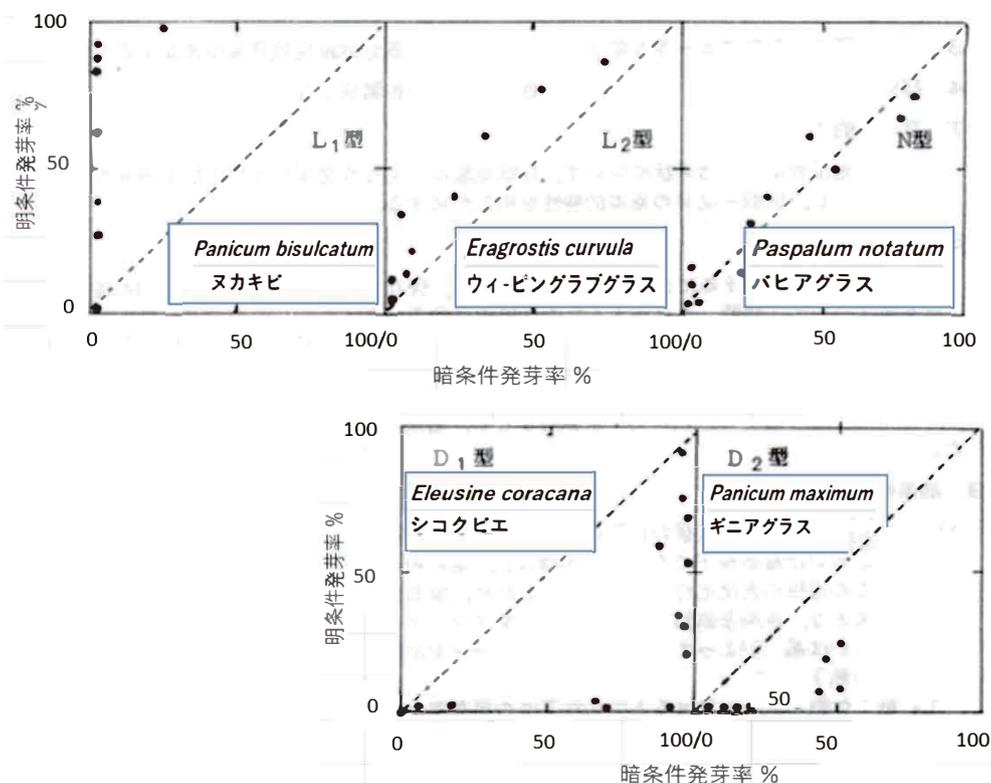


図-1 C₄型イネ科植物・暖地型牧草種子の休眠覚醒過程における明暗条件下での発芽特性の類型

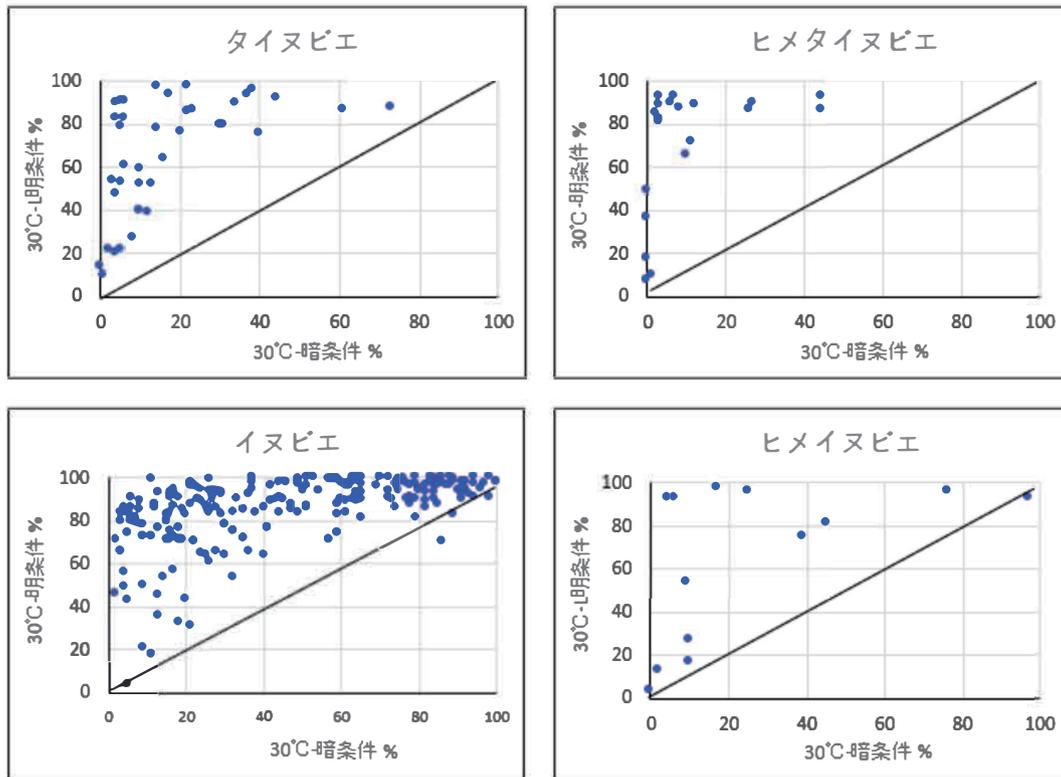


図-2 野生ヒエ4種の採種系統種子の30°C明暗条件の発芽率
採種：1978年秋，発芽試験：1979年5月8日置床

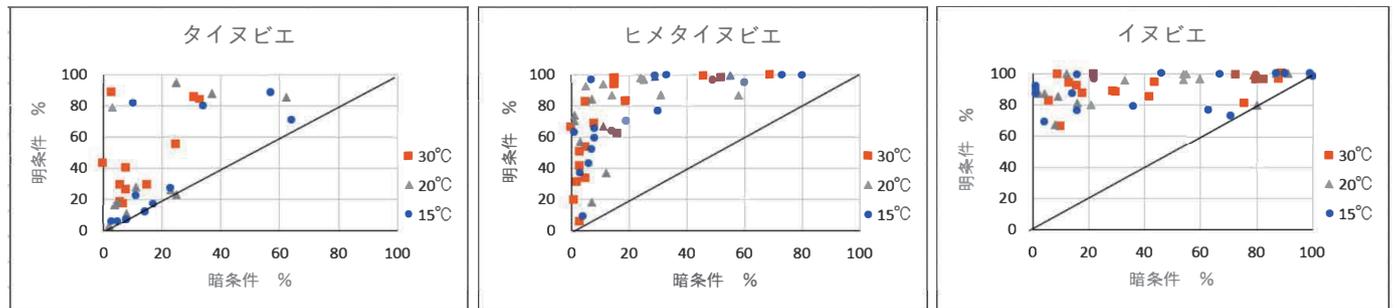


図-3 休眠覚醒過程の光反応性に対する発芽温度の影響
採種：1977年秋，発芽試験：1978年6月30日置床

率が増加する。典型的な暗発芽性。

D2型：暗条件下の発芽が先行するが，明条件下での発芽も進む。

以下の野生ヒエの発芽性についても，これら休眠覚醒過程にみられる5型の類型に当てはめて解析した。

野生ヒエの発芽にみられる光反応性

明・暗条件下での4種の野生ヒエ種子の発芽率で発芽の光反応性をみた。ヒエ属植物は，タイヌビエ，イヌビエなどにおいて光の存在する明条件下で種子の発芽が促進されるという論文が散見されるが（鈴木ら1973；高林・中山1981；池田ら2003），詳しい解析はされていない。

1978年の秋に採種したタイヌビエ，ヒメタイヌビエ，イ

ヌビエ，ヒメイヌビエの採種系統の種子を風乾貯蔵（室温）して，翌年の5月に発芽試験を行った。その結果，野生ヒエ4種すべての種と系統が休眠覚醒過程にあつて，その時の発芽率は系統間差が認められるが，すべての種が上記のL1型ないしL2型の明反応性を示した（図-2）。

また，1977年の秋に採種したタイヌビエ（11系統），ヒメタイヌビエ（18系統），イヌビエ（18系統）の種子を風乾貯蔵（室温）して，翌年の6月に15，20，30°Cの3段階の検定温度で明暗両条件下における発芽試験を行った。いずれの種・系統においても検定温度にかかわらず発芽率は暗条件下より明条件下で高くなることが認められた。検定温度による差は明瞭ではなかった（図-3）。

以上明・暗条件下でのふたつの発芽試験の結果から，い

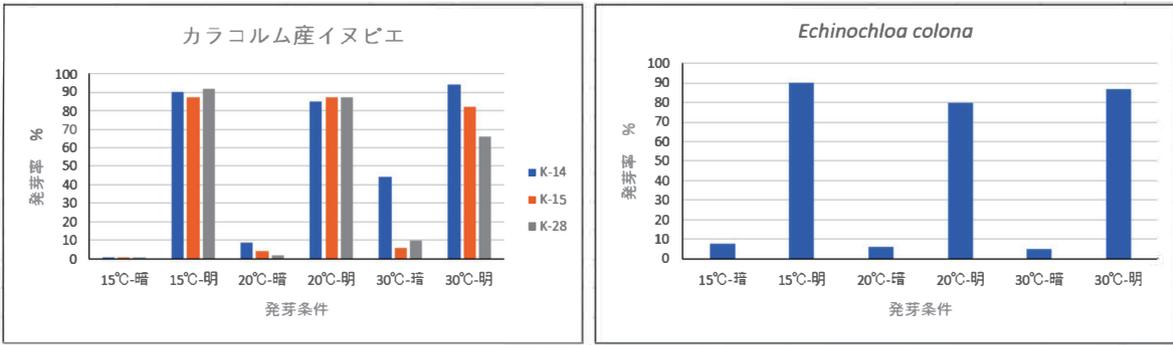


図-4 外国産イヌビエ及びコヒメビエ (*Echinochloa colona*) の発芽特性
採種：1977 年秋，発芽試験：1978 年 6 月 30 日置床

れの種も種内系統間差は大きい，その休眠覚醒に至る程度を考慮すると，種間ではタイヌビエが最も休眠が深く，ヒメタイヌビエが続き，イヌビエが最も浅いといえる。

さらに，当時暖地型導入を行っていたが，カラコルム産のイヌビエと熱帯産のコヒメビエ (*Echinochloa colona*) があつたので同様の検定を行ったところ，日本産野生ヒエと同様，発芽温度に関わらず明発芽性を示すことがわかつた (図-4)。明発芽性はヒエ属の共通の特性であることが示唆される。

種子形成と発芽能力の獲得

イヌビエ (草地試産として典型的な 97TH-80 系統) における出穂後の種子形成の推移をみると，種子の大きさ (小穂の短径×長径) は出穂時に決定され，穎果 (胚と胚乳) は開花後に充実していくことが確認された。粒重 (種子重) は出穂後徐々に増加していき，ほぼ 4 週間目に最大に達した (図-5)。出穂後の各時期に採取した種子を風乾貯蔵 6 か月後 15°C と 30°C の明暗条件下で発芽試験を行なつたところ，発芽能力は出穂から 1 週間目ごろには見られ，4 週間目には高い発芽率を示した。この発芽率は 15°C でも 30°C でも変わらないが，一定の明発芽性を示している (図-5)。

完熟後の発芽率の推移

完熟後の休眠・発芽の動きについては，採種後に随時明・暗条件下で発芽試験を行った結果から抜粋して動向を見た。

まず，採種後風乾貯蔵し，翌年 2 月段階で調査した系統では，系統間差はあるが，徐々に休眠が覚醒し，前記図-2 で示したのと同様，明発芽性が見られた (表-1)。

参考までに休眠性がないとされる栽培種のヒエは，明・暗の両条件下でともに発芽率も高いことが確認できる。

さらに，長期貯蔵をした場合の動向も見てみる。典型的なタイヌビエとして種々の試験に用いていた「鴻巣系」について，1971 年から 1973 年まで 3 か年に渡つて採種し，10°C - 暗条件下で冷蔵保存していた種子について，1977 年

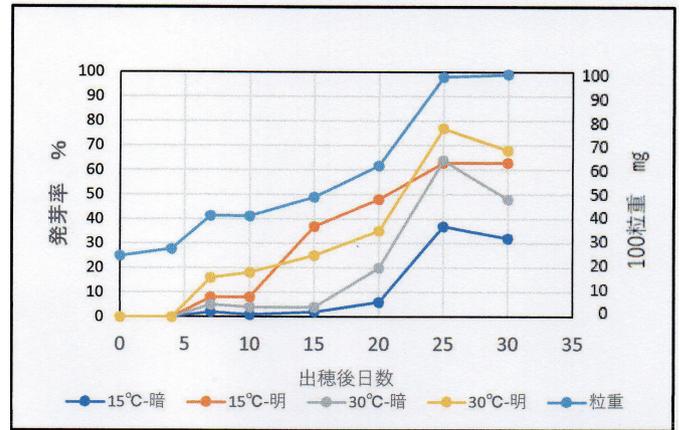
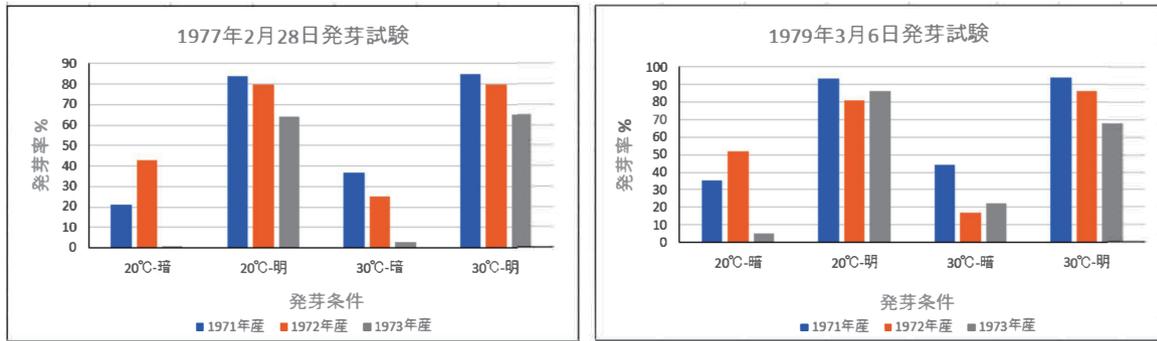


図-5 イヌビエの出穂後の種子重と発芽率の推移
出穂期：1978 年 7 月 4 日

表-1 秋に採種し，風乾貯蔵した 4 種野生ヒエおよび栽培ヒエ種子の翌年 2 月の発芽率 (%)
採種：1979 年秋，発芽試験：1980 年 2 月 6 日置床

種	供試系統名	発芽条件			
		15°C-暗	15°C-明	30°C-暗	30°C-明
タイヌビエ	鴻巣系	0	4	3	5
	九農-II	0	2	0	10
	九農-III	1	2	0	1
	東北B	1	18	7	22
	東北C	2	25	3	23
ヒメタイヌビエ	台湾	0	52	1	18
	NK-29	0	3	1	3
	九農-IV	3	28	6	34
	九農-標	3	63	6	51
	天草	31	74	35	68
	赤坂	4	30	10	19
	白石	5	66	10	56
	岡大系	1	8	1	8
イヌビエ	茨城系	2	14	3	8
	高知系	0	10	0	9
ヒメイヌビエ	四国系	0	0	0	3
	NK-75	0	18	7	29
	農事系	0	7	2	3
栽培種のヒエ	GM早生	88	72	93	57
	GM中生	49	33	62	49
	GM晩生	89	94	97	95



注) 供試系統：タイヌビエ (375鴻巣系)

図-6 タイヌビエの長期冷蔵保存における発芽
採種：1971, 72, 73 年秋

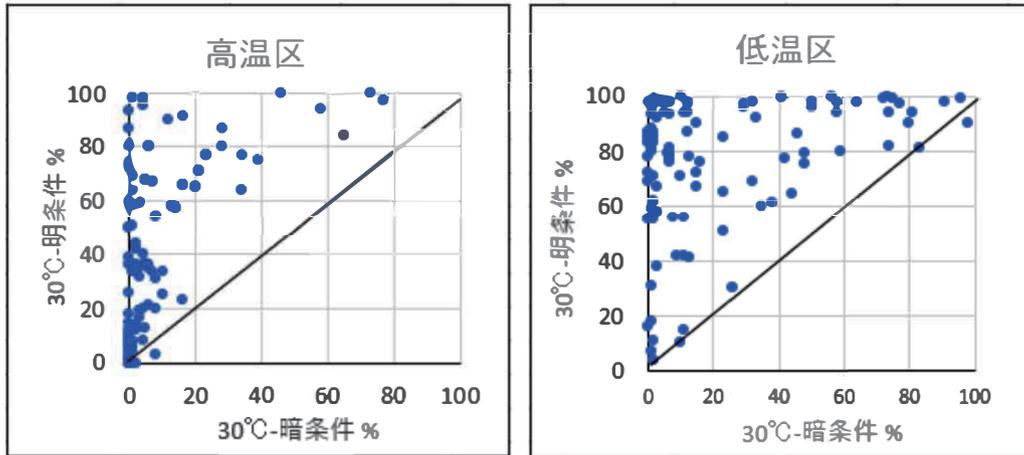


図-7 異なる気温条件で生育・結実したイヌビエ採種系統種子の、30°C明・暗条件下での発芽率
採種：1980 年秋, 発芽試験：1981 年 5 月 1 日置床

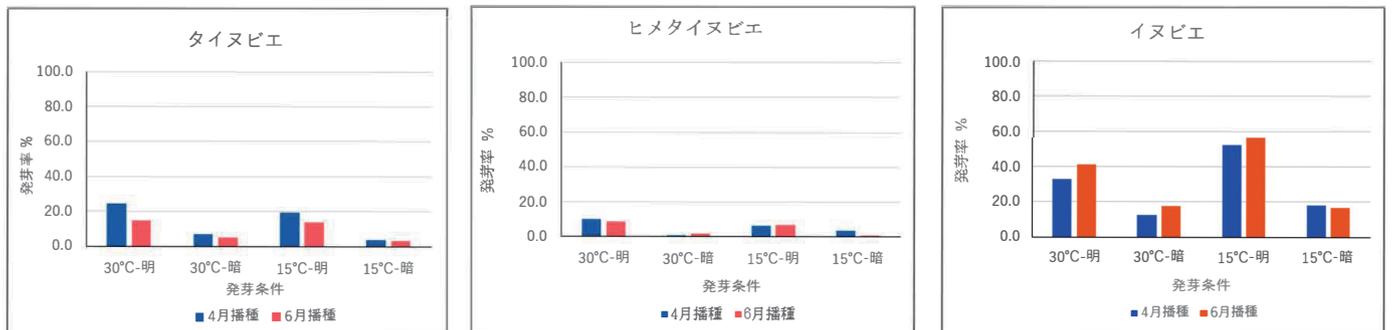


図-8 播種期移動による生育期間の気温を異にする 3 種野生ヒエの翌年の発芽率
採種：1979 年秋, 発芽試験：1980 年 1 月 29 日置床

と 1979 に発芽試験を行った。

その結果、明条件では 20°C, 30°Cとも 50%以上の発芽率を示し、4-8年間の冷蔵は種子の生存・死滅に影響しなかったといえる (図-6)。

生育期間の気温が発芽率に及ぼす影響

1980年に温室内で温度を変えて 20/30°C (高温区) と 15/25°C (低温区) の気温条件で栽培したイヌビエ系統から採種し、1981年5月に発芽率をみたのが図-7である。高、

低温区とも明瞭な明発芽性を示すが、30°Cの明条件及び暗条件では明らかに高温区が低温区より発芽率が0-40%程度と低い系統が多くなっている。以上のことから生育温度は休眠性に影響する可能性が示唆された。

そこで、野外で 1979年に4月播種と6月播種とし、生育期間の気温条件が異なる場合のタイヌビエ (34系統), イヌビエ (168系統), ヒメタイヌビエ (15系統) 種子の発芽率への影響を見た。4月播種では生育期間の平均気温が 18.4°Cであったのに対し、6月播種では 21.2°Cと 2.8°Cの

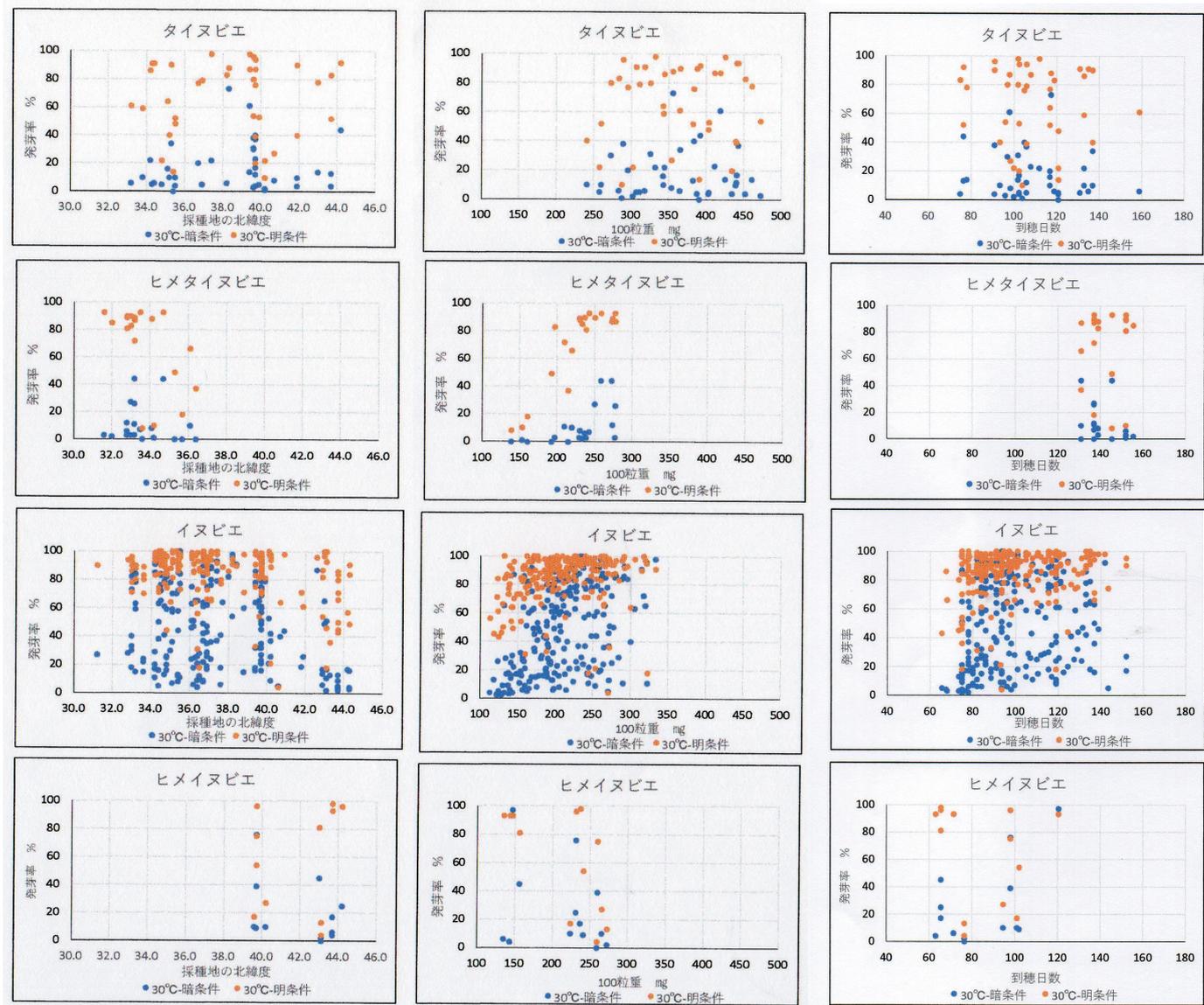


図-9-1 野生ヒエ4種系統の採取地の北緯度、種子100粒重および到穂日数と30℃明・暗条件での発芽率との関係
採種：1978年秋、発芽試験：1979年5月8日置床

差があった。しかし、この4月播種と6月播種による翌年の発芽率の差は、いずれの種においても認められなかった(図-8)。これは、播種期が2か月差であっても出穂期の差は1か月程度で登熟期間の温度は両条件ともに22℃前後で大差はなかったことによるのかもしれない。

各種における系統の発芽に及ぼす要因

野生ヒエ4種における採種翌年の5月(休眠が一定程度覚醒した段階)における発芽率の系統間変動と種子重、到穂日数および採取地の緯度・年平均気温との関係を見た(図-9)。採取地の緯度：いずれの種においても発芽率の系統間変動は緯度と一定の傾向は認められなかった。種子100粒重：タイヌビエでは種子重の重い種子は休眠が

浅いと報告(Yamasue et.al. 1981)もあるため、発芽率の系統間の変動と種子100粒重の関係をみた。ヒメタイヌビエでこの関係が見られる程度で、他の種はいずれも発芽率の系統間変動と種子重には関係がなかった。到穂日数：発芽率の系統間の変動と到穂日数との間にも明瞭な関係は認められなかった(以上、図-9-1)。

さらに、イヌビエについてのみであるが、系統の収集地の年平均気温とも関係がみられなかった(図-9-2)。

休眠覚醒に有効とされる種子への処理効果の検証

従来の知見(荒井・宮原1962; 林・黒木1972)からタイヌビエ種子への休眠覚醒効果があるとされた湿潤・低温処理と水浸漬処理の処理効果が他の種・系統に見られるかど

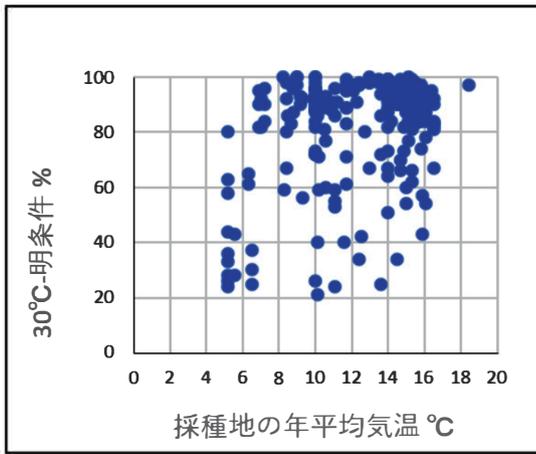
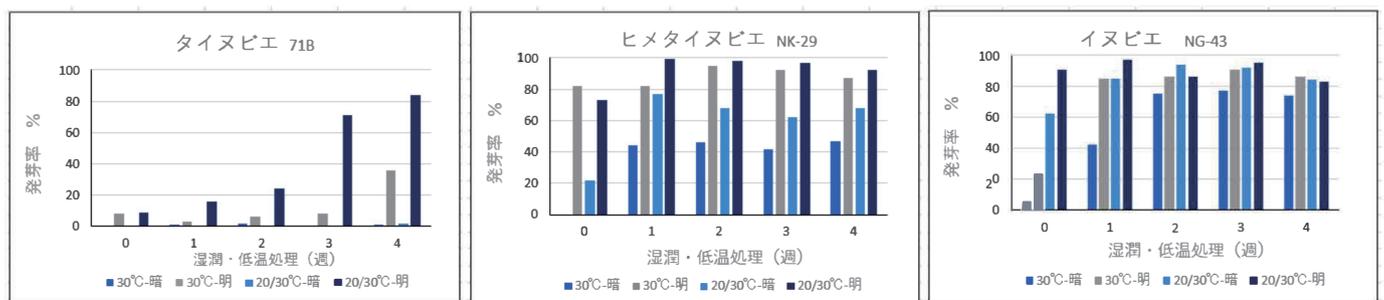
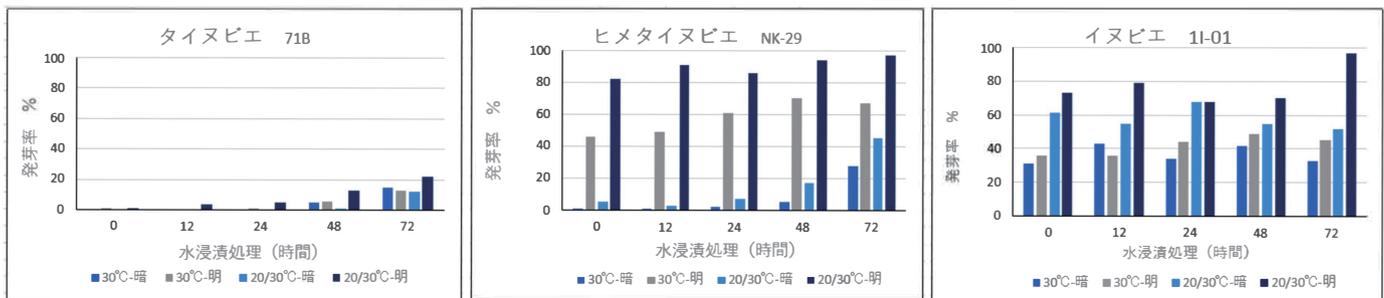


図-9-2 イヌビエ系統の採取地の年平均気温と30°C明条件での発芽率との関係
採種：1980年秋，発芽試験：1981年5月21日置床



注) 低温・湿潤処理：シャーレの湿潤状態のろ紙上に種子を置床し10°C暗所で処理

図-10 休眠覚醒初期の3種野生ヒエ（特定系統）種子に対する湿潤・低温処理の影響
採種：1988年秋，発芽試験：1989年2月25日置床（30°C—明・暗，20/30°C—明・暗）



注) 水浸漬処理：試験官に種子を入れ，蒸留水を満たして実験室内にて処理

図-11 休眠覚醒初期の3種野生ヒエ（特定系統）種子に対する水浸漬処理の影響
採種：1988年秋，発芽試験：1989年2月25日置床（30°C—明・暗，20/30°C—明・暗）

うか，また，3種の野生ヒエの系統について，発芽試験時の20/30°Cの変温が30°C恒温に比べて発芽促進効果を示すか調べた。

1. 湿潤・低温処理の休眠覚醒効果

タイヌビエに休眠覚醒効果があるとされる湿潤・低温処理の効果をタイヌビエのほかヒメタイヌビエ，イヌビエについて調べたところ，いずれの種においても処理期間が増加するにつれて，明・暗，温度2段階のいずれの発芽条件でも発芽率が增大していき，覚醒効果をもつことが認められた（図-10）。ただ，種によって同一の処理期間でも効果が異なり，

上記で述べた休眠の深浅による差と考えられる。休眠の深いタイヌビエでは相当長期の処理が必要と思われるが，比較的休眠の浅いヒメタイヌビエ及びイヌビエでは比較的短期間処理で休眠が覚醒した。同時に30°C恒温よりも20/30°Cの変温によって発芽が促進されることも認められた。

2. 水浸漬処理の休眠覚醒効果

タイヌビエに休眠覚醒効果があるとされる水浸漬効果についても，タイヌビエのほかヒメタイヌビエ，イヌビエについても効果があることを確認した（図-11）。水浸漬処理の休眠覚醒効果も湿潤・低温処理と同様その効果は休眠の深さに

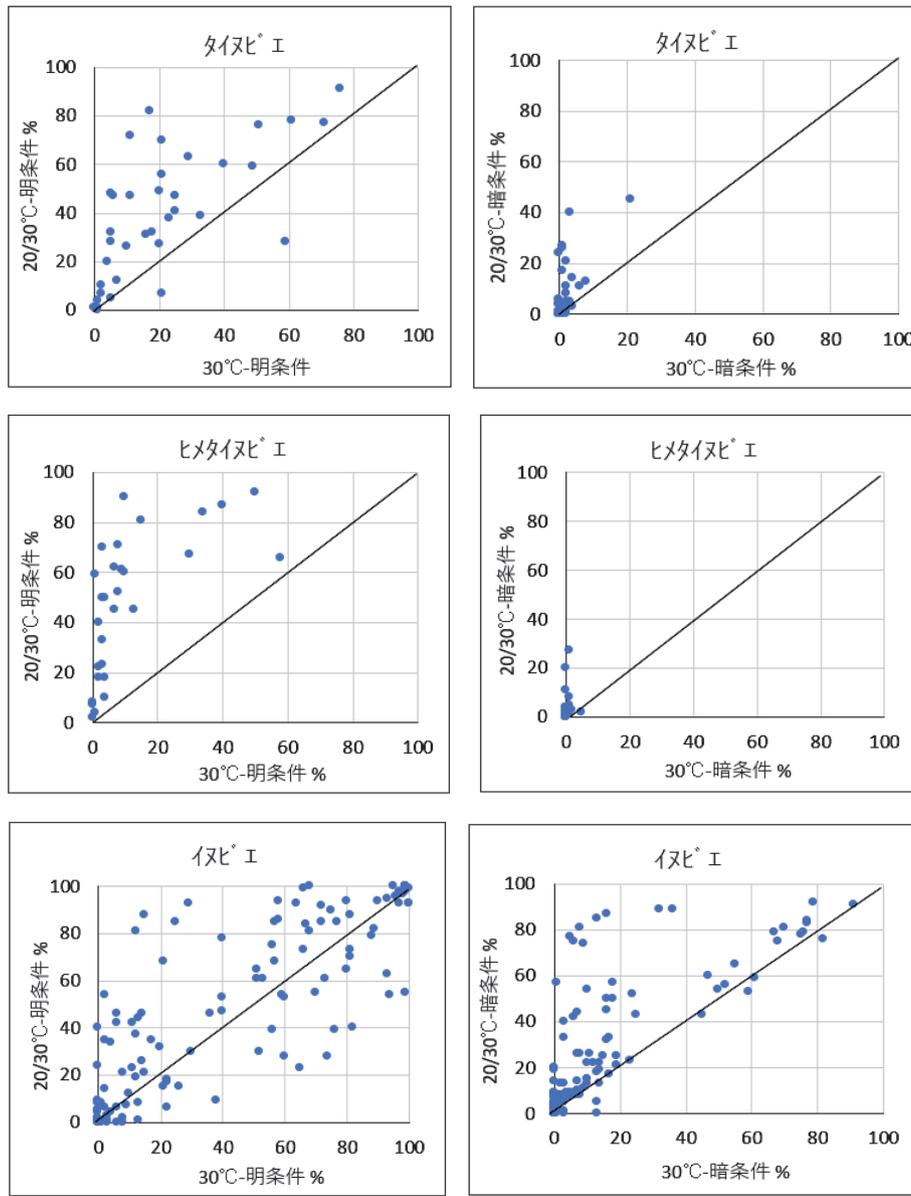


図-12 20/30°C, 30°Cの明・暗条件での3種野生ヒエ系統種子の発芽率
採種：1981年秋，発芽試験：1982年1月21日置床

よって有効な処理期間が異なった。ここでも30°C恒温よりも20/30°Cの変温によって発芽が促進されることも認められた。

3. 変温の発芽促進効果

ここまでは発芽試験は恒温状態でみてきたが，発芽促進に効果があるとされる変温（荒井・宮原 1962；渡辺・広川 1974）での効果を見た。変温は発芽を促進したが，光反応には影響しなかった（図-12）。

参考文献

鈴木章方ら 1973. イヌビエ種子の発芽における光依存性. 山梨大学教育学部研究報告 24 : 59-63.
高林実・中山兼徳 1981. 主要雑草種子の休眠性の季節的变化.

雑草研究 26 : 249-252.

池田堅太郎ら 2003. イヌビエ (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.) とメヒシバ (*Digitaria adscendens* (H.B.K.) Henr.) の発芽に及ぼす光と温度の影響. 日草誌 49 : 28-32.

Yamasue *et al.* 1981. Variations in growth, seed dormancy and herbicide susceptibility among strains of *Echinochloa oryzicola* Vasing. Weed Research (Japan) 26 : 6-13.

荒井正雄・宮原益次 1962. 水田雑草タイヌビエの生理生態学的研究 第2報 種子の一次休眠について. 日作紀 31 : 73-77.

林満・黒木修身 1972. タイヌビエ種子の休眠性及び休眠覚せいに関する研究. 熱帯農業 16 : 276-281.

渡辺泰・広川文彦 1974. 一年生雑草の発生生態に関する研究 1. オオイヌタデ, シロザ, ヒメイヌビエ種子の一次休眠覚醒に及ぼす温度条件の影響. 雑草研究 17 : 24-28.

[次回につづく]