

アズキ極晩生遺伝資源の開花着莢障害耐冷性評価法の開発

青山聡・島田尚典

(北海道立総合研究機構十勝農業試験場)

要旨：北海道におけるアズキの安定生産には耐冷性品種の育成が不可欠であるが、短日（感光）性が高い極晩生の遺伝資源は開花の制御を必要とするため、開花期前後の耐冷性の評価が困難であった。そこで本報では、開花着莢障害耐冷性の評価法を開発した。まず始めに、従来開花期前後の冷温による減収程度で評価された低温抵抗性が最も強いとされている「斑小粒系-1」と最も弱いとされている「寿小豆」、および 97 点の遺伝資源を供試した。第 2 本葉期より暗期を 11 時間から 1 週間毎に 1 時間ずつ長くする短日処理を行い、花房確認後自然日長下に移し、開花を揃えた。その後、開花期以降 7 日間の冷温遮光処理（3 時から 4 時に最低で 10℃、13 時から 14 時に最高で 15℃ のほぼ正弦曲線となる連続変温、50%遮光）を行い、処理終了 6～10 日後に開花した花の開花数と着莢数を調査した。「斑小粒系-1」の冷温遮光処理区での開花数と着莢率を“中”，「寿小豆」を“弱”の標準として対比させて開花着莢障害耐冷性を評価し、供試品種の中で最も強かった「Acc2265」を含む 4 点を“強”，22 点を“やや強”と評価した。次に、7 日および 10 日間の冷温遮光処理の比較を行ったところ、「Acc2265」はいずれの処理においても「斑小粒系-1」を上回り、7 日間処理よりも 10 日間処理の方が開花数率と着莢率の品種間差が明瞭であった。以上のことから、多くの材料を扱える評価選抜法として、10 日間処理の終了 5～9 日後での開花数で一次選抜し、さらに処理終了 10～13 日後に開花した花の着莢数で二次選抜する方法を提案する。

キーワード：アズキ、遺伝資源、開花、極晩生、耐冷性、着莢。

全国のアズキ栽培面積は、現在 3 万 5 千 ha 前後、生産量は 6 万 t 前後で推移しており、北海道産アズキは全国の作付面積の 78%、生産量の 90% を占めている（農林水産省のホームページ 2011）。とくに、十勝産アズキは実需者から品質面で高い評価を受けており、全道での比率は作付面積の 55%、生産量の 61% である（北海道の公式ホームページ 2011）。しかし、十勝地方においては 4 年に 1 度の冷害、10 年に 1 度の冷害に見舞われている（村田 1999）。その度に、収量、品質の低下と価格の高騰を招いてきたことから、北海道産アズキの高品質安定供給のためには、耐冷性品種の育成が必要である。

ダイズ、アズキおよびインゲンの冷害は、生育不良型、障害型および遅延型の 3 つの型に分類されていた（山本・成河 1966）。しかし、アズキの冷害年における生育障害としては、①出芽直後の長期冷温による枯死（村田・原 1984、村田・原 1986、本論文では以下に出芽直後と記す）、②本葉 4～5 葉期の冷温で生じる芯止まりによる生育停止（北海道十勝支庁・道立十勝農業試験場 1994、同生育初期と記す）、③開花期前後の冷温で生じる花粉不稔による稔実障害（島田 1991、同開花着莢障害と記す）、などが観察されている（村田 1998）。さらに、千葉（1994）は、アズキの冷温感受性は開花期前後が最も高いと報告していることから、耐冷性向上のためには開花着莢障害耐冷性を向上させることが最も重要である。

北海道立十勝農業試験場（現、北海道立総合研究機構十

勝農業試験場。以下、十勝農業試験場と略す）におけるアズキの耐冷性研究は、1966 年に設置された人工気象室等を使って行われてきた（村田 1999）。開花期前後の冷温による減収程度で評価した結果で、「斑小粒系-1」、「蔓小豆」等が耐冷性に優れる遺伝資源として選定されている（注：豆類の耐冷性に関する試験成績集 北海道立十勝農業試験場資料 5 北海道立十勝農業試験場 1973）。さらに島田（1991）は、これら耐冷性の異なる 5 品種を供試し、開花始頃から 5 日間の冷温処理（昼 14.5℃ - 夜 14.0℃）を行い、冷温処理開始後 13～20 日後に柱頭上の花粉数を調査した結果、受粉数は「斑小粒系-1」が最も多いことを報告している。しかし、さらに開花始 5 日程度前から 14℃ 7 日間処理により開花前の花粉形成期の冷温は極めて大きな障害をもたらした。品種間差は認められるものの、強い品種でも対照区と比較して受精率では 4 分の 1 程度、着莢率で半分以下に低下していることから、より強い抵抗性を持つ遺伝資源の探索が必要であることを指摘している（島田 1997）。

十勝農業試験場では、国内外より収集した 3000 点以上のアズキ遺伝資源を保有しているが、開花を制御出来ないことから、短日（感光）性が高い極晩生の遺伝資源の評価ができなかった。さらに、極晩生遺伝資源の多くは、冷温遮光処理後も栄養成長と生殖成長を継続することから、子実重の減少程度による耐冷性の評価は困難である。しかし、極晩生遺伝資源の耐冷性評価を行った報告は認められない。

そこで本報では、我々が開発した短日処理方法を用いて

第1表 本報での標準品種における従来の低温抵抗性の評価.

品種名	従来の低温抵抗性	本報での開花着莢障害耐冷性
斑小粒系-1	強	中
寿小豆	弱	弱

従来の低温抵抗性は、昭和55年度 種苗特性分類調査報告書 あずき（日本特産農作物種苗協会 1981）による区分。

開花期を揃えた後に冷温遮光処理を行い、極晩生遺伝資源の開花着莢障害耐冷性の評価を開花数と着莢率により行った（試験1）。さらに、耐冷性品種を効率よく育成するに当たり、多数の個体を供試し選抜するためには、明瞭な品種間差を生じる処理方法を明らかにする必要がある。そこで処理期間が異なる冷温遮光処理を行うとともに、経時的に開花数と着莢数等を調べ、耐冷性が強い個体を選抜する上での簡易な調査法を検討した（試験2）。

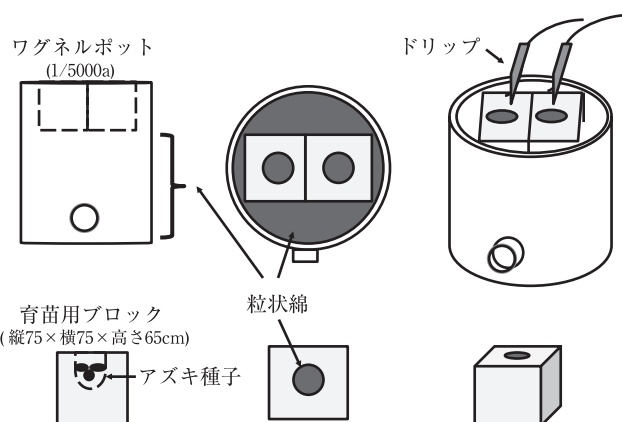
材料と方法

試験1. 極晩生遺伝資源の開花着莢障害耐冷性の評価

試験は2005～2007年の3カ年、十勝農業試験場（河西郡芽室町）において行った。供試材料は、十勝農業試験場保存アズキ遺伝資源より約50点/年、3カ年で97点である。ただし、1カ年の評価で“中”か“中”より弱いと判定されたものは、開花数が多いなど特徴的な遺伝資源を除いて、次年度以降の供試を取り止め、新たな遺伝資源を追加した。その結果、21点は3カ年、8点は2カ年、68点は1カ年の供試であった。それら遺伝資源のうち、海外から導入した遺伝資源は72点、日本国内の遺伝資源は25点であった。標準品種として、第1表に示すように、既存遺伝資源の中で開花期前後の冷温に対する“低温抵抗性”が最も強いと評価されている“強”の「斑小粒系-1」（日本特産農作物種苗協会 1981）、および“弱”の「寿小豆」（小山ら 1972）を供試した。なお、これら標準品種の“低温抵抗性”の評価は、種苗特性分類調査基準に基づいて、開花期前後の冷温による子実重の減少程度により評価されたものである。

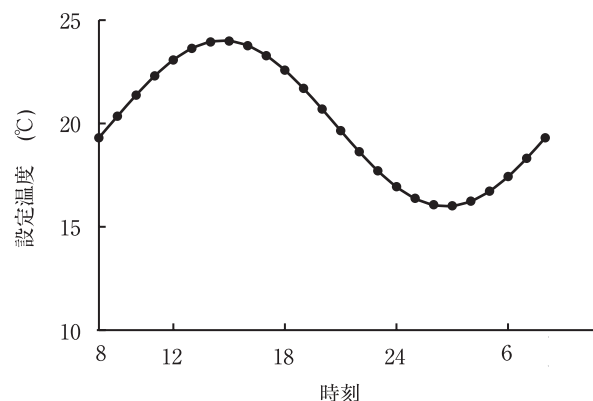
種子は出芽を促すために種皮にヤスリで傷を付けた後、縦75×横75×高さ65mmのロックウール製の育苗用ブロック（グロダン社）に3粒ずつ播種し、ロックウール製の粒状綿（グロダン社）で覆土を行った。第1図に示すように粒状綿を詰めた1/5000aワグネルポットに育苗用ブロックを1ポットにつき2個ずつ配置した。播種は3カ年ともに6月中下旬に行った。人工気象室において水耕栽培を行い、3時から4時にかけて最低気温18℃、13時から14時にかけて最高気温28℃の正弦曲線に類似した連続変温に設定した（第2図）。液肥として大塚SA処方（大塚アグリテクノ株式会社）を用い、自動給液により水耕栽培した。1遺伝資源につき1ポットとし、適宜2個体/ポットとなるように間引いた。

極晩生の遺伝資源の開花期を揃えるために短日処理を行った。すなわち、第3図に示すように、人工気象室内に



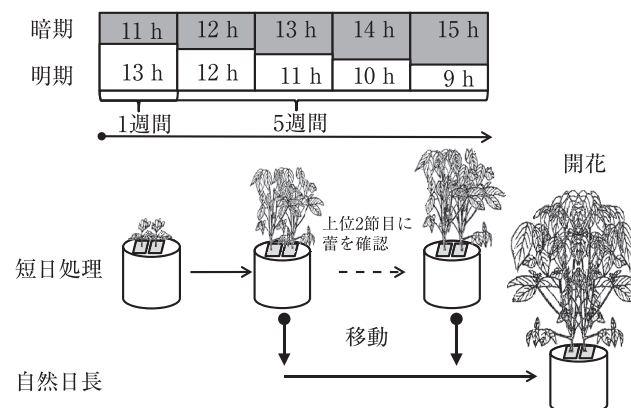
第1図 材料養成に用いたポットの形状ならびに育苗用ブロック、粒状綿およびドリップの配置。

育苗用ブロックおよび粒状綿はロックウール製。自動的にドリップから給液され、ワグネルポット下部の栓はしない。



第2図 本報における温度設定の一例。

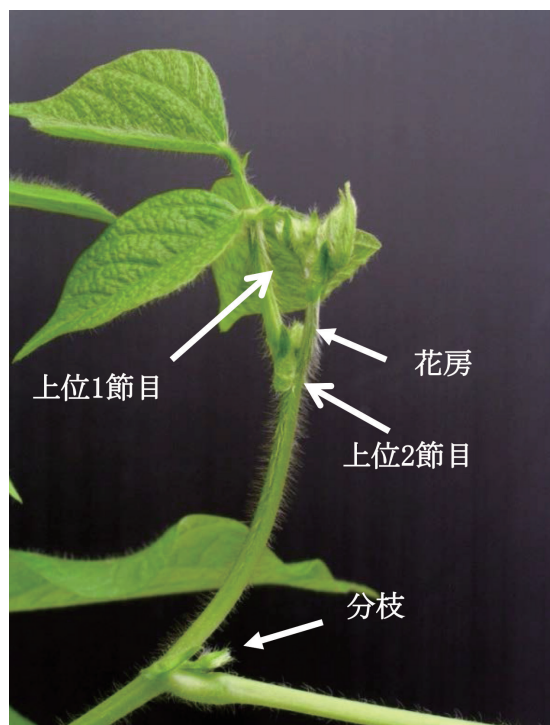
1時間毎に設定値を入力することにより、自動的に連続した温度制御を行う。



第3図 アズキ極晩生遺伝資源の短日処理方法。

短日処理は第2本葉期より開始。

において第2本葉期より明/暗:13時間/11時間で短日処理を開始し,1週間毎に連続した暗期を1時間ずつ長くした。その後,第4図に示すように,主茎上位2節目に花房が確認された植物体を自然日長の人工気象室に移して栽培した。なお,蔓化し生育が旺盛な遺伝資源については,調査対象とする花の高さを揃えるために,地際より80~100 cmで主茎と分枝の摘芯を行った。一方,標準品種である「斑小粒系-1」および「寿小豆」については短日処理を行わず,播種期をずらして数回播種することにより供試遺伝資源の開花期に揃えた。



第4図 短日処理から自然日長に移す目安となる主茎上位2節目における花房の有無。
新葉が抽出~展開中の節を上位1節とする。

開花期以降,3時から4時に最低気温で10℃,13時から14時に最高気温で15℃のほぼ正弦曲線となる連続変温,50%遮光で7日間の冷温遮光処理を行った(第5図)。冷温処理温度は,冷害年であった1993年において着莢障害をもたらしたと思われる期間の最高気温が15℃前後であったことを参考にして設定し(北海道十勝支庁・道立十勝農業試験場編1994),冷温処理期間は島田(1997)によるものである。また,遮光処理により冷温による減収程度が大きくなることが報告されている(成河1970)。短日処理を行っても開花期の早い遺伝資源と遅い遺伝資源があったため,冷温遮光処理を2回に分けて行い,それぞれ冷温処理期1(3ヵ年平均で8月17±4.0日),冷温処理期2(同8月24±4.5日)とした。標準品種である「斑小粒系-1」および「寿小豆」をそれぞれの冷温処理期に供試した。施設の大きさに制約があり,より多くの遺伝資源を供試するために,無処理区を設けなかった。花粉の冷温感受性が高い生育ステージに冷温処理を受けたと考えられる冷温遮光処理終了6~10日後に開花した花について開花数と着莢数を調査した。

子実重による耐冷性評価が困難であることから,「斑小粒系-1」の冷温遮光処理区での開花数と着莢率を“中”,「寿小豆」を“弱”の標準として対比させて耐冷性を評価した。開花数(花/個体・5日),着莢率(%)を次のようにそれぞれ3段階で評価し,開花着莢障害耐冷性として耐冷性を5段階で総合的に評価した。

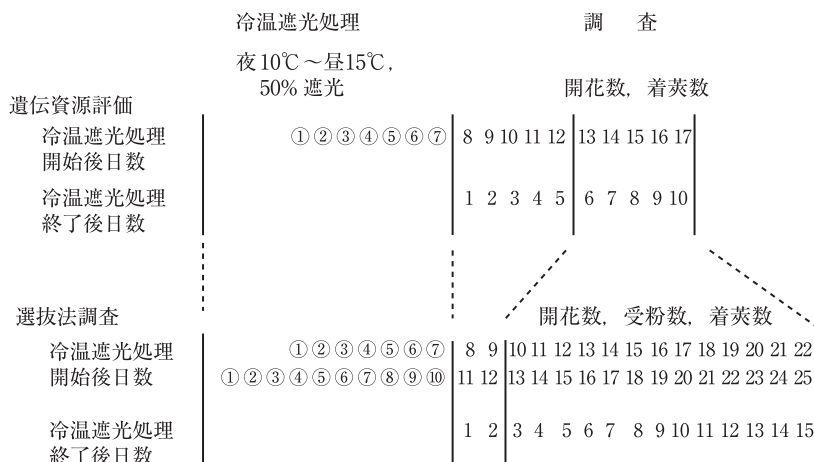
開花数a 強:3, 中:2, 弱:1

着莢率b 強:3, 中:2, 弱:1

開花着莢障害耐冷性c, $c = a + b$

6:強, 5:やや強, 4:中, 3:やや弱, 2:弱。

なお,複数年の累年評価は,平均値を求め,四捨五入を行った。



第5図 開花着莢障害耐冷性の遺伝資源評価および選抜法に係る冷温遮光処理期間および調査期間。

第2表 3 ヶ年供試し開花着莢障害耐冷性が“強”および“やや強”と評価された極晩生遺伝資源.

遺伝資源名		来歴	開花数 (花 / 個体・5 日)	着莢率 (%)	開花着莢障害耐冷性の評価			
					2005	2006	2007	累年
Acc2265		国外	51 ± 8.2	60 ± 5.6	6	5	6	6
Acc2266		国外	33 ± 14.3	62 ± 3.8	5	5	5	5
Acc2264		国外	24 ± 11.0	61 ± 11.1	5	5	6	5
Acc2309		国外	38 ± 13.6	57 ± 4.0	5	5	6	5
Acc2289		国外	34 ± 7.4	56 ± 12.4	6	5	5	5
Acc2254		国外	43 ± 15.5	46 ± 9.8	5	3	6	5
Acc2461		国外	23 ± 9.7	45 ± 3.8	5	4	5	5
Acc2296		国外	26 ± 9.0	45 ± 6.0	5	5	5	5
Acc2259		国外	48 ± 16.4	42 ± 10.0	6	4	5	5
Acc2260		国外	54 ± 11.7	41 ± 6.1	6	3	6	5
Acc2247		国外	58 ± 18.4	34 ± 10.7	6	3	6	5
Acc2433		国外	28 ± 7.6	31 ± 8.7	5	5	4	5
Acc2244		国外	37 ± 9.9	28 ± 4.4	5	4	5	5
斑小粒系-1	標準品種	北海道	18 ± 8.6	28 ± 5.5	4	4	4	4
寿小豆	標準品種	北海道	3 ± 1.5	21 ± 16.9	2	2	3	2

開花着莢障害耐冷性は開花数と着莢率により評価。耐冷性の表記は 6: 強, 5: やや強, 4: 中, 3: やや弱, 2: 弱。2005～2007 年の 3 ヶ年で 97 点の遺伝資源を供試。3 ヶ年ともに供試した 21 点のうち、累年の開花着莢障害耐冷性評価が“強”の 1 点および“やや強”の 12 点のみを示し、“中”は 7 点、“やや弱”は 1 点。なお、全供試遺伝資源では“強”は 4 点、“やや強”は 22 点、“中”は 17 点、“やや弱”は 27 点、“弱”は 27 点。開花数および着莢率は 3 ヶ年の平均 ± 標準誤差、ただし、標準品種は処理時期 2 回の冷温処理平均の 3 ヶ年平均 ± 標準誤差。Acc は十勝農業試験場アズキ保存番号。

試験 2. 開花着莢障害耐冷性選抜のための冷温遮光処理と処理後調査の期間

試験は 2008 年に十勝農業試験場において行った。開花着莢障害耐冷性評価を“強”と評価した「Acc2265」, “中”の標準とした「斑小粒系-1」, および“弱”の標準とした「寿小豆」を供試した。冷温遮光処理区は 3 ポット各 2 個体の計 6 個体、無処理区は 2 ポット各 2 個体の計 4 個体を供試した。

播種、栽培および短日処理方法は試験 1 と同様とした。7 日および 10 日間の冷温遮光処理（昼 15～夜 10℃, 50% 遮光）を試験 1 と同様に行い、冷温遮光処理終了 3～15 日後に開花した花を対象として、開花数、着莢数および柱頭上の受粉数（以下、受粉数と略す）を調査した（第 5 図）。耐冷性の評価は、以下の開花数率、受粉数および着莢率により行った。

開花数率（%, 処理区 / 無処理区比）= 冷温遮光処理区の開花数（花 / 個体）÷ 無処理区の開花数（花 / 個体）× 100。

受粉数（花粉数 / 柱頭）は開花した花を当日採取し、柱頭を取り出してコットンブルーで染色した。濃紺に染まり形の完全な花粉の数を数えた。柱頭上の受粉数が 100 以上で着莢数や稔実がほぼ正常となることを島田（1990）が報告していることから、受粉数が 100 以上の花の比率を算出した。

着莢率（%）= 稔実した莢数（莢 / 個体）÷ 開花数（花 / 個体）。

なお、蕾を形成しなかった個体や開花しなかった蕾については、受粉数と着莢数を 0 とした。ただし、「Acc2265」

と「斑小粒系-1」については、それぞれ日当たり 10, 5 花 / ポットを上限にマークした花を対象として、稔実莢数を数えた。

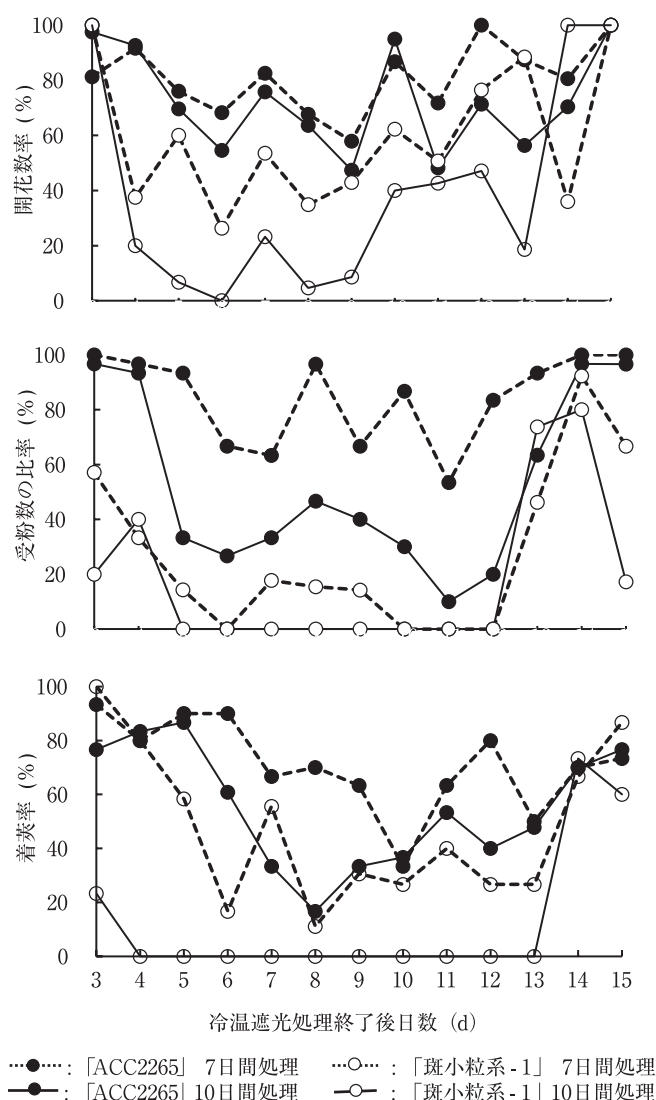
結 果

試験 1. 極晩生遺伝資源の開花着莢障害耐冷性の評価

開花数と着莢率による開花着莢障害耐冷性における 97 点の遺伝資源の評価は、“強”が 4 点、“やや強”が 22 点、“中”が 17 点、“やや弱”が 27 点、“弱”が 27 点であった。2005 年～2007 年の 3 ヶ年とも供試した 21 点の中では第 2 表に示したように「斑小粒系-1」の“中”と「寿小豆」の“弱”に対し、「Acc2265」1 点が“強”, 「Acc2266」等の 12 点が“やや強”, 7 点が“中”, 1 点が“やや弱”であった。開花数と着莢率でみると、「斑小粒系-1」の平均開花数は 18 花 / 個体・5 日、平均着莢率は 28% であり、「寿小豆」の平均開花数の 3 花 / 個体・5 日、平均着莢率の 21% に比べて高かった。さらに、「Acc2265」の平均開花数は 51 花 / 個体・5 日と「斑小粒系-1」の 2.8 倍多く、着莢率は 60% と 2.1 倍高かった。なお、標準品種の「斑小粒系-1」と「寿小豆」については処理時期の異なる冷温処理期 1 と同 2 の平均で示した。

試験 2. 開花着莢障害耐冷性選抜のための冷温遮光処理と処理後調査の期間

第 6 図に、「Acc2265」および「斑小粒系-1」の冷温遮光処理終了後の開花数率、受粉数の比率および着莢率の推移



第6図 冷温遮光処理終了後の開花数率、受粉数の比率および着実率の推移。

開花数率 (%) : 冷温遮光処理区の開花数 (花 / 個体) ÷ 無処理区の開花数 (花 / 個体) × 100. 受粉数の比率 : 着実数と稔実がほぼ正常となる柱頭上の受粉数が 100 以上の花の比率 (島田 1990). なお、蕾を形成しなかった個体や開花しなかった蕾は、受粉数および着実数を 0 とした。

を示した。「Acc2265」の開花数率、受粉数の比率および着実率は、いずれの処理においても「斑小粒系-1」を大幅に上回った。7日間の冷温遮光処理よりも10日間処理の方が、開花数率と着実率の品種間差が明瞭であった。受粉数の比率については、7日間の冷温遮光処理の方が10日間処理よりも両者の差は明瞭であったが、10日間の冷温遮光処理においても品種間差が十分読み取れた。以上のことから、10日間処理がより有効な評価選抜法と考えられた。すなわち、「斑小粒系-1」の開花数率は冷温遮光10日間処理終了5~9日後において0~23.3%であったが、「Acc2265」では47.4%以上であった。受粉数の比率において、冷温遮光10日間処理終了5~12日後に「斑小粒系-1」では0%

であったが、「Acc2265」では、最も低い日でも10%であった。また、「斑小粒系-1」の着実率は同処理終了4~13日後で0%であったが、「Acc2265」では最も低い日でも16.7%であった。

考 察

1. 開花着実障害耐冷性

従来、開花期前後の冷温に対する抵抗性については、低温抵抗性 (日本特産農作物種苗協会 1981)、開花期頃の耐冷性 (藤田ら 2002) あるいは障害型耐冷性 (島田 1997) 等の用語が用いられてきている。これらは、アズキの開花期間が1ヵ月以上と長いことなどのため、花粉の発育ステージを特定できていないことが一つの要因であると考えられる。本報でも冷温遮光処理時の花粉の発育ステージは明らかではないが、開花数と着実率に着目し耐冷性を評価したことから、開花着実障害耐冷性とした。表1に示したように、これらは種苗特性分類調査基準で定義されている子実重の減少程度を指標とした低温抵抗性の強弱の評価とは必ずしも一致するものではない (日本特産農作物種苗協会 1981)。

2. 短日 (感光) 性が異なる遺伝資源の開花調節

アズキは日本を初め、韓国、中国、ベトナム、ブータンおよびネパールなどで栽培され、東南アジアに広く分布している (島田ら 2005, Xu ら 2008)。アズキの早晩性は短日性に基づくものであり、緯度により様々である。そのため、開花期を揃えることが出来ないことから、これまで短日性が異なる遺伝資源の耐冷性評価はなされてこなかった。耐冷性を評価する遺伝資源の開花期を揃えるためには、個々の遺伝資源の短日性に合わせた短日処理が必要であるが、遺伝資源の短日性を冷温処理以前に調査する労力や施設の大きさの上で困難である。そこで我々は、短日処理開始後約1週間毎に連続した暗期を1時間ずつ長くし、主茎上位2節目に花房が確認された後、植物体を自然日長下で栽培することにより、開花期を揃えるための短日処理方法を開発した (第3図, 第4図)。暗期を1週間毎に1時間ずつ長くするのは、生育初期から暗期を長くすると短日処理が強すぎるため植物体が早期に花芽を分化し、小さいまま開花着実してしまう遺伝資源が生じるのを防ぐためである。この短日処理方法により、各遺伝資源の短日性を個々に事前調査する必要が無く、供試個体を十分な大きさに生育させ、時期の異なる冷温遮光処理を2回設定のみで評価することが可能となった。

3. 開花着実障害耐冷性の評価法

開花着実障害耐冷性を評価するためには、冷温遮光処理区とともに無処理区を設定し、無処理区に対比させて冷温遮光処理による開花数の減少程度、着実率の低下程度を比較検討する必要がある。しかし、限られた人工気象室の面

積や維持管理労力を考慮すると、供試できる点数が少なくなる。そこで、試験1の極晩生遺伝資源の開花着莢障害耐冷性の評価では無処理区を設けずに、冷温遮光処理区のみでのデータによる開花着莢障害耐冷性の評価基準を設定した。すなわち、同処理区での開花数3段階、着莢率3段階で点数化し、それらを和したものを開花着莢障害耐冷性として評価化し、「斑小粒系-1」を“中”、「寿小豆」を“弱”として評価した結果、3ヵ年とも供試した遺伝資源において「Acc2265」の1点を“強”，「Acc2266」等の12点を“やや強”と判定した（第2表）。

アズキやダイズにおいて冷温処理後の開花数を指標として耐冷性を評価した報告は認められない。しかしながら、圃場試験でアズキは冷温により花数が減少することが報告されており、多収を得るには開花数を多くすることが最も重要であると指摘されている（佐藤 1979）。また、ダイズにおいても冷温処理により花数の減少することが観察されている（鳥山・豊川 1957，林ら 1998）。以上のことから、開花数によって耐冷性の評価を行うことは有効であり、さらに着莢率と併せて評価することにより、稔性を考慮した評価も行うことができると考えられる。

4. 冷温処理条件および花粉の冷温感受性発育ステージ

アズキ品種と育成系統の特性検定試験として、開花期前後の冷温による低温抵抗性評価では、従来から人工気象室において4週間の冷温処理（昼18℃～夜13℃）を行い、子実重の減少程度で判定する方法を十勝農業試験場において実施している。一方、アズキの着莢障害については、開花前に最高気温が15～16℃以下で3日以上冷温により、最初の冷温から15～20日後に開花した花において着莢障害が生じると言われている（北海道十勝支庁・北海道立十勝農業試験場 1994）。さらに、島田（1997）は、7日間の終日14℃の冷温処理で着莢率と受精率に明確な品種間差異を認めている。以上のことから本試験では、まず7日間の昼15℃～夜10℃の冷温処理で開花と着莢障害に対する耐冷性の評価を行った。

さらに、島田（1997）は、アズキにおいて開花始の5日程度前から7日間の冷温処理を行い、着莢率と受精率を調査した結果、開花の9～14日前を最終日とする冷温処理を受けた花、すなわち冷温処理終了9～14日後の6日間に開花した花で最も障害が大きく、このことから冷温感受性の高い発育ステージは葯分化～小孢子初期を含む花粉形成期であると推察している。それに比べ本試験における着莢率の低下では、冷温遮光7日間処理で処理終了8～13日後と1日早く、冷温遮光10日間処理で処理終了4～13日後の10日間と長かったものの、同様の傾向が得られた（第6図）。一方、ダイズにおいては、生殖成長期間における感受性の高いステージの一つが四分前期前後にあると（Ohnishiら 2010）、すでに明確な花粉発育ステージを特定している。このダイズの報告も参考に、アズキの冷温感受性が高い発

育ステージについて、今後、詳細な検討が必要である。

5. 人工気象室を利用した開花着莢障害耐冷性の選抜法

人工気象室で開花着莢障害耐冷性の選抜のために、試験2では品種間差がより明瞭で、しかも多数の材料を扱える調査法の検討を行った。開花数率では7日間よりも10日間の冷温遮光処理終了5～9日後の5日間において、“強”の「Acc2265」と“中”の「斑小粒系-1」の差が大きく、個体で容易に一次選抜することが可能である（第6図）。さらに、同処理終了10日～13日後の4日間に開花した花の着莢率で二次選抜することにより、花粉稔性を考慮した選抜が行える。

豆類の耐冷性に関して、人工気象室で集団選抜を実施した報告はなされていない。ダイズにおいて松川（1997）は、集団選抜から系統選抜までの多数の材料を扱う必要がある初中期世代の耐冷性選抜は、現状の小規模な人工気象室では困難であるとの見解を示している。一方、大西（2012）は、個々のダイズの花を糸で毎日マークして受精率を調査することにより花粉形成期の耐冷性の評価法を確立しているが、この手法では育種において必要とされる多数の材料の評価には労力がかかりすぎ、さらに簡易な評価法を開発することが重要であると述べている。本報で提案する選抜法は、開花数と着莢数を調査するだけであることから、大西（2012）の方法に比べて必要な労力が小さい。さらに、集団等の初期選抜においては開花数を指標として一次淘汰することにより、多くの材料を扱うことも可能である。

6. 今後の課題

本報での供試作物体は、人工気象室内においてポットに粒状綿を詰めて、水耕栽培を行った個体であり、圃場での生育とは異なると考えられる。耐冷性は生育の変動に伴って変動することが考えられる。本報での評価により開花着莢障害耐冷性が強いとされた「Acc2265」等の遺伝資源を交配に用い、北海道でも栽培可能な同耐冷性系統を育成し、圃場での耐冷性検定に供試することにより、本報の結果を検証する必要がある。

一方、年次により冷害の型は異なっており、北海道産アズキの安定生産のためには出芽直後、生育初期および開花着莢障害の3つの耐冷性を兼ね備えた品種を育成する必要がある。出芽直後の耐冷性は評価法が確立されているが（青山ら 2005）、生育初期の耐冷性については人工気象室での評価法が確立されておらず、早急に開発する必要がある。

謝辞：本稿をとりまとめるにあたり、北海道立総合研究機構北見農業試験場長志賀弘行博士、同場研究部長中津智史博士にご校閲をいただいた。また、平成22・23年度日本作物学会と文誌編集委員会の地域編集委員として北海道立総合研究機構上川農業試験場研究部長丹野久博士に本論文の校閲に御尽力いただいた。ここに記して謝意を表する。

引用文献

- 青山聡・黒澤聡・小嶋道之・島田尚典 2005. アズキにおける出芽直後の耐冷性とクロロフィル合成の発現調節との関係. 育種学研究 7 (別 1・2): 242.
- 千葉一美 1994. 小豆. 土屋武彦編, 平成 5 年北海道における農作物異常気象災害に関する緊急調査報告書 畑作編. 北海道立農業試験場資料 23: 54-59.
- 藤田正平・村田吉平・島田尚典・青山聡・千葉一美・松川勲・白井滋久・三浦豊雄・越智弘明・近藤則夫 2002. アズキ新品種「しゅまり」の育成. 北海道立農試集報 82: 31-40.
- 林高見・鈴木健策・原正紀 1998. ダイズの開花・結実に及ぼす開花期低温の影響. 日作紀 67: 183-186.
- 北海道の公式ホームページ 2012. 麦類・豆類・雑穀便覧. <http://www.pref.hokkaido.lg.jp/ns/nsk/grp/H24mameruihen.pdf> (2013/1/14 閲覧).
- 北海道十勝支庁・北海道立十勝農業試験場 1994. '93 異常気象と十勝の畑作物. 北海道十勝支庁, 帯広. 54-65.
- 小山八十八・野村信史・森義雄・旭川清一 1972. 小豆新品種「寿小豆」の育成について. 北海道立農試集報 25: 81-91.
- 松川勲 1997. 大豆の耐性育種の成果と展望. 土屋武彦編, 北海道の育種指定試験地における耐性育種の成果と展望. 北海道立農業試験場資料 27: 28-38.
- 村田吉平・原正紀 1984. 1983年の十勝地方における異常気象と小豆の生育－生育初期の低温・寡照と生育量－. 育種・作物学会北海道談話会会報 24: 28.
- 村田吉平・原正紀 1986. 小豆の生育初期の耐冷性と品種間差異. 育種・作物学会北海道談話会会報 26: 57.
- 村田吉平 1998. アズキ. 三十分敬監修, 北海道における作物育種. 北海道共同組合通信社, 札幌. 139-155.
- 村田吉平 1999. エリモショウズおよび大粒・耐病性アズキ品種群の育成. 育種学研究 1: 173-179.
- 成河智明・三浦豊雄・松川勲 1970. 豆類の耐冷性に関する研究. 第 1 報 低温と遮光に対する反応. 北海道立農試集報 22: 10-19.
- 日本特産農作物種苗協会 1981. 昭和 55 年度 種苗特性分類調査報告書 あずき. 日本特産農作物種苗協会, 東京. 1-55.
- 農林水産省のホームページ 2011. 作物統計 作況調査 (豆類) 小豆 http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/sakkyou_kome/index.html#r (2013/1/14 閲覧).
- Ohnishi, S., Miyoshi, T. and Shirai, S. 2010. Low temperature stress at different flower developmental stages affects pollen development, pollination, and pod set in soybean. Environ. Exp. Bot. 69: 56-62.
- 大西志全 2012. ダイズの生殖生長期間における低温並びにウイルス感染による障害発生機作の解析. 北海道立総合研究機構農業試験場報告 133: 1-40.
- 佐藤久泰 1979. 小豆の開花・登熟について－気温と栽植密度の影響－. 北海道立農試集報 41: 10-20.
- 島田尚典 1990. 小豆の開花, 結実に関する研究－受粉と落花, 着莢, 結実の関係. 育種・作物学会北海道談話会会報 30: 46.
- 島田尚典 1991. 小豆の耐冷性に関する研究 第 1 報－受粉に対する開花前の低温の影響－. 育種・作物学会北海道談話会会報 32: 24.
- 島田尚典 1997. アズキの障害型耐冷性の品種間差異. 東北農業研究 50: 83-84.
- 島田尚典・大西志全・TRAN Thanh Binh・LE Tuan Phong 2005. ベトナム北部における豆類遺伝資源の共同調査収集. 植探報 21: 151-165.
- 島山国士・豊川良一 1957. 大豆の低温障害に関する研究. 日作紀 25: 197-198.
- Xu, H.X., Jing, T., Tomooka, N., Kaga, A., Isemura, T. and Vaughan, D.A. 2008. Genetic diversity of the azuki bean (*Vigna angularis* (Willd.) Ohwi & Ohashi) gene pool as assessed by SSR markers. Genome 51: 728-738.
- 山本正・成河智明 1966. 豆類冷害の作物生態的解析. 農林水産技術会議事務局編, 昭和 39 年度冷害調査報告. 農林水産技術会議事務局, 東京. 161-180.

Development of a Method for Evaluating Genetic Resources Tolerant to Flowering and Pod Setting Damage by Cool Shading in Azuki Bean : Satoshi AOYAMA and Hisanori SHIMADA (*Hokkaido Research Organization Tokachi Agric. Exp. Stn., Memuro, Hokkaido 078-0379 Japan*)

Abstract : The breeding of azuki bean tolerant to damage by cool shading is indispensable for stable production of azuki bean in Hokkaido. However, it was difficult to evaluate cool tolerance of extremely late-flowering genetic resources because of the need to control flowering. We established a method for evaluating the cool tolerance in flowering and pod setting damage. Firstly, we examined the cool tolerance of Buchi-soryu No.1, which is the most cool tolerant among the existing resources, and 97 genetic resources. The flowering stages were made uniform by short-day treatment. The number of flowers and pods setting were counted from day 6 to 10 after the 7-day cool shading treatment (high/low, 15/10, 50 shading) from the flowering stage. We evaluated the cool tolerance by the number of flowers and pod setting rate as compared with Buchi-shoryu No.1 which is considered “medium”, and found that 4 resources including Acc2265 are tolerant and 22 resources are moderately tolerant. Secondly, the effect of cool shading treatment for 7 and 10 days was compared. In either treatment, Acc2265 surpassed Buchi-soryu No.1 in the number of flowers, and pod setting rate. Ten-day treatment was more definite than 7-day treatment. Hence, we propose a method to select the cool-tolerant resources based on the number of flowers from day 5 to 9 after the 10-day treatment, and then based on the number of pods setting from day 10 to 13 after the treatment, for evaluation of many materials.

Key words : Azuki bean, Cool tolerance, Extremely late, Flowering, Genetic resource, Pod setting.