冬季一年草種子発芽タイミング決定の生態生理機構：発芽の温度応答はジベレリンではなくアブシジン酸を介して調節される

郷内 武、[○]吉岡俊人、佐藤 茂、羽柴輝良（東北大・院・農）、川出 洋（東京農工大・院・農）、神谷勇治（理研・植物科学センター）

冬季一年草のミドリハコベは、初秋に一斉に種子発芽した後、翌春になると開花、種子散布して枯死する生活環を送る。ミドリハコベの秋発芽のタイミングは、夏期間、埋土種子の発芽の上限温度を土壤温度範囲の下限値よりも数℃低く保つことで決定されている。そこで、レタス（品種 Grand Rapids）種子をモデルに、発芽を調節する植物ホルモンとして知られているアブシジン酸（ABA）とジベレリン（GA）の高温発芽阻害機構における働きを調べた。

18℃が発芽適温であるレタス種子は、暗条件において、28-33℃の高温で発芽が阻害された。28℃での発芽阻害は ABA 合成阻害剤のフルリドンによって回復した。33℃では、種子の ABA 感受性が著しく高くなった。この温度では、フルリドンや外生 GA₃ の単独処理によって発芽が起きず、発芽誘導にはフルリドンとともに GA₃ の投与が必要であった。この結果から 33℃では内生 GA レベルが低下するために外生 GA の添加が必要になったと思われた。しかし、種子内 GA₁ 量を測定してみると、ABA とは対照的に、温度による差違が認められなかった。興味深いことに、外生 GA₃ は ABA レベルを低下させた。GA のこの働きは、ABA の代謝を促進することによると思われる。33℃にインキュベーションした種子の ABA 含量は、フルリドンと GA₃ の同時処理によって 18℃の場合よりもさらに減少した。これは、フルリドンによる ABA 合成阻害と GA による ABA 代謝促進の相加的作用の結果であると推察される。33℃での発芽は ABA 減少パターンに同調して起こった。以上より、レタス種子は ABA を介して温度に応答することで発芽を調節していると考えられる。

ミドリハコベ埋土種子を掘り上げてフルリドンを処理してから再び野外に埋土すると、夏期間においても種子集団の一部が発芽した。発芽したミドリハコベ種子は、28℃におけるレタス種子のようにマイルドな高温発芽阻害を受けていたと思われる。発芽しなかったミドリハコベ種子では、33℃でのレタス種子におけるシビアな高温発芽阻害機構が働いていたのかも知れない。

ABA を介した温度応答によって冬季一年草の秋発芽タイミングが決定されるしくみをモデルとして示した（Figure 1）。レタスにおける高温発芽阻害機構がミドリハコベなどの冬季一年草埋土種子に当てはまるかどうかについては、さらなる研究が必要である。

Takeru Gonai, Toshihito Yoshioka[○], Shigeru Satoh, Teruyoshi Hashiba, Hiroshi Kawaide and Yuji Kamiya; Thermoinhibition of Winter Annual Seeds is Regulated by Absciscic Acid, but not by Gibbrellin.

Figure 1. An ecophysiological model proposing detection of germination timing in winter annual plants based on a mechanism of thermoinhibition for lettuce seeds.

Winter annual weeds possess a pattern of life cycle; seeds germinate in autumn, the emerged plants grow vegetatively in winter, and set flowers and seeds in the following spring. They escape their growth in summer as soil-buried seeds. Germination of the seeds is inhibited during summer because the maximum temperatures for germination were just below the minimum temperatures in the soil. The seeds germinate in autumn when the temperature range for germination and those in the soil overlap. That is, the buried seeds detect appropriate germination timing by sensing the high temperatures.

When seeds sense the temperature is too high to germinate, they enhance ABA biosynthesis and maintain a high ABA level to prevent their germination. Endogenous GA level is low, but it will play a positive role on ABA degradation. This situation, thermoinhibition at the lower supraoptimal temperature, is overcome by inhibition of ABA synthesis using fluridone. If the temperature is much higher, the seeds raise their sensitivities to ABA in addition to the enhanced ABA synthesis, but not affect the GA level. Therefore, for restoring the seed germination at the higher supraoptimal temperature, a combined action of the inhibition of ABA synthesis and the enhancement of ABA degradation is necessary to reduce the endogenous ABA to a further low level. Exogenously applied GA will reinforce the ABA degradation capacity.