

種子発芽特性からみたナガミヒナゲシの日本の生育地

| | |
|-------|---------------------------------------|
| 誌名 | 雑草研究 |
| ISSN | 0372798X |
| 著者 | 吉田, 光司 金澤, 弓子 鈴木, 貢次郎 根本, 正之 |
| 巻/号 | 54巻2号 |
| 掲載ページ | p. 63-70 |
| 発行年月 | 2009年6月 |

種子発芽特性からみたナガミヒナゲシの日本の生育地

吉田光司*・金澤弓子*・鈴木貢次郎**・根本正之**

要約: ナガミヒナゲシが国内で急速に帰化している原因を、実験によって求めた種子発芽特性から考察した。野外の播種実験の結果、6月の種子散布後、散布当年の秋季と翌春に多くの出芽をみた。次に室内で、異なる温度と水分条件に貯蔵した種子を定期的に取り出す発芽試験を行った。その結果、①種子を湿潤・暖温条件に2~3ヶ月間貯蔵してから5°Cで発芽させた場合、②湿潤・暖温条件に3ヶ月間貯蔵した後に湿潤・冷温条件に半月~1ヶ月間貯蔵してから10~20°Cで発芽させた場合、③30°C/10°Cの変温条件で発芽させた場合に高い発芽率を示した。これらの野外と室内の発芽実験の結果から、自然環境条件では夏季の暖温湿潤条件を経て地温が低くなる秋季と、冬季の冷温を経て地温が上昇する春季に多く発芽することが確かめられた。また、高温や室温の乾燥条件に約3年間貯蔵した種子や、暗条件ではほとんど発芽しなかったことから、土中では埋土種子となって長期間残ることが予測された。試験から得られたナガミヒナゲシの発芽条件から国内の分布を説明できた。また、同種が多く分布している国内外の地域の年平均気温と年間降水量は一致した。

キーワード: ナガミヒナゲシ、発芽、帰化植物、温度、埋土種子

緒言

ナガミヒナゲシ (*Papaver dubium* L.) は、地中海沿岸に自生するケシ科 (Papaveraceae) ケシ属 (*Papaver*) の一年生または越年生植物である¹⁾。日本では1961年に東京都世田谷区で初めて記録された⁵⁾。近年、各地の路傍や市街地の公園、空地で急激に増えている。多量の種子を一度に結実・散布すること

から比較的容易に生育地を拡大してきたと考えられる。

繁殖には種子数の他に種子発芽特性が関わっているが、日本に帰化したナガミヒナゲシ種子の発芽特性については不明な点が多い。これまで欧州北部に生育する個体は、種子の散布時には胚が未発達であり発芽しないこと¹⁾、種子散布後、12時間ずつの30°C/20°Cまたは25°C/15°Cの変温によって発芽率が高くなること⁹⁾、自然環境条件下で散布した後、5年を経た種子でも発芽が可能である¹⁴⁾ことが分かっている。日本でのナガミヒナゲシは晩春に結実・散布するが、はっきりした四季があり、散布後に高温となる夏季を経る日本の気候が、ナガミヒナゲシ種子の発芽にどのように影響するのかわかっている。

本稿では、この季節変化に適応したナガミヒナゲシの種子発芽特性を明らかにするとともに、その知見をもとに日本で急速に生育地を拡大した理由を推測した。

材料および方法

1. 供試材料

東京都世田谷区内にある東京農業大学校内の路傍に生育していた複数の個体から2005年6月23日と2007年6月3日に種子を採取した(以下、2005年産種子および2007年産種子と記載)。採種時の種子は、蒴果に軽く手を触れるとこぼれ落ちる状態であった。

2. 試験方法

初めに、自然環境では一定期間の温度が発芽に影響していることを予測し、野外において出芽時期と地温の関係を調べた。次に、室内の発芽試験によって、発芽に及ぼす温度の影響を調べた。さらに、異なる水分と光条件で貯蔵した種子を発芽させ、種子寿命や発芽に及ぼす光条件について明らかにした。

1) 野外での出芽の観察

深さ15 cm(上縁から15 cm)に園芸用の赤玉土を充填した1/2,000aワグネルポットの土壌表面に、2007年産種子を採取直後の同年6月22日に播種した。覆土は行わなかった。ワグネルポットは採種した東京農業大学校内の路傍に置き、灌水は行わなかつ

*東京農業大学大学院農学研究科 〒156-8502 東京都世田谷区桜丘1-1-1
nemoto@nodai.ac.jp

**東京農業大学地域環境科学部 〒156-8502 東京都世田谷区桜丘1-1-1
(2008年9月29日受付, 2008年12月19日受理)

た。子葉が展開して地表面に現れた出芽数を毎週数え、測定後ピンセットで抜き取った。実験中は、日記温度記録計（株式会社ティアンドティ社製おんどとりTR-72U）により地表面から1 cmの深さの温度を1時間間隔で測定した。試験は2反復で行った。

2) 貯蔵時の温度と水分が種子の発芽に及ぼす影響

自然環境で種子がさらされる条件を想定し、異なる温度と水分条件で貯蔵した種子を用いて2つの発芽試験を行った。いずれの試験においてもシャーレに2枚のろ紙を敷き、1シャーレ当たり種子50粒を置床し発芽させた。試験は3反復で行った。

① 異なる温度と水分条件で貯蔵した種子の恒温での発芽

シリカゲルを約100 g入れたポリエチレン袋に種子を封入したものを乾燥条件とし、この袋を夏季に約60°Cに達する屋外のコンクリート面の上に置いて貯蔵したものを乾燥・高温貯蔵、約20°Cの室内に置いたものを乾燥・室温貯蔵、5°Cの冷温に置いたものを乾燥・冷温貯蔵とした。一方、水道水で湿らしたろ紙2枚をガラスシャーレに敷き、この上に種子を置床したものを湿潤条件とし、これを5°Cの冷温に置いたものを湿潤・冷温貯蔵、25°Cに置いたものを湿潤・暖温貯蔵とした。乾燥条件での貯蔵にはすべて2005年産種子を供試した。湿潤・冷温貯蔵には2005年産種子を供試し、湿潤・暖温貯蔵には2007年産種子のみを供試した（第1表）。いずれの条件で貯蔵した種子も貯蔵期間内に発芽することはなかった。

乾燥・高温（夏季に60°C）、乾燥・室温（約20°C）、乾燥・冷温（5°C）および湿潤・冷温（5°C）で貯蔵した2005年産種子を、貯蔵後1ヶ月、8ヶ月、

14.5ヶ月、20.5ヶ月および26.5ヶ月後に取り出し、5、10、15および20°Cで発芽させ発芽数を測定した。湿潤・暖温（25°C）で貯蔵した2007年産種子は、貯蔵3ヶ月後の同年10月7日に種子を取り出し、5、10、15および20°Cで、明条件で11週間発芽させ発芽数を測定した。

② 変温が発芽に及ぼす影響

採種直後の2007年産種子と乾燥・室温条件に約2年間貯蔵した2005年産種子を、2007年6月22日に取り出し、シャーレで発芽させ、1年間にわたり発芽数を観察した。野外での最高地温と最低地温を考慮し、温度と光条件は12時間ずつの30°C・明条件/10°C・暗条件とした。

3) 埋土種子形成に関わる長期間の乾燥貯蔵と光条件が発芽に及ぼす影響

乾燥条件に長期間貯蔵した不発芽種子の発芽能力の有無について調査した。また、小粒の埋土種子では発芽可能な土中深度を感知するのに感光性が重要な要因になる⁶⁾ため、光条件が発芽に及ぼす影響についても調査した。

① 乾燥貯蔵が発芽に及ぼす影響

採種後に乾燥・室温（20°C）条件に2年7ヶ月間貯蔵した2005年産種子と8ヶ月間貯蔵した2007年産種子を供試した。これらの種子を湿潤・暖温（25°C）条件に0.5ヶ月、1ヶ月、1.5ヶ月、2ヶ月、2.5ヶ月および3ヶ月間貯蔵した後、5°Cで8週間発芽させ発芽数を数え、乾燥貯蔵した種子が発芽力を有しているかどうかを確認するとともに、発芽率が高まるのに必要な湿潤・暖温条件にさらされる期間について検討した。また、湿潤・暖温（25°C）条件で3ヶ月間貯蔵したものを湿潤・冷温（5°C）条件に移し、0.5ヶ月および1ヶ月間貯蔵した後、10、15、20°Cの明条件で7週間発芽させ、暖温から冷温に移して貯蔵したときの発芽促進効果を検討した。

② 光条件が発芽に及ぼす影響

前述3) ①の試験と同様の採種後に乾燥・室温（20°C）条件に2年7ヶ月間貯蔵した2005年産種子を供試した。明条件として光を透過するガラスシャーレを、暗条件として光を遮断するステンレスシャーレを用いて発芽試験を行った。これらの種子を、湿潤・暖温条件で1、2、および3ヶ月間貯蔵した後、水道水で十分に湿らせたろ紙を2枚敷いた直径9 cmのガラスシャーレまたはステンレスシャーレに1シャーレあたり50粒の種子を置床し、明条件と暗条件が12時間ず

第1表 ナガミヒナゲシ種子の貯蔵条件

| 温度\水分 | 乾燥条件 | 湿潤条件 |
|-----------|-------------|-------------|
| 高温 (60°C) | ○ (2005) | |
| 暖温 (25°C) | | ○ (2007) |
| 室温 (20°C) | ○ (2005) | |
| 冷温 (5°C) | ○ (2005) | ○ (2005) |

乾燥条件ではシリカゲルを入れたポリエチレン袋に種子を封入して、湿潤条件では水道水で湿らせた2枚のろ紙を敷いたシャーレに置床して貯蔵。

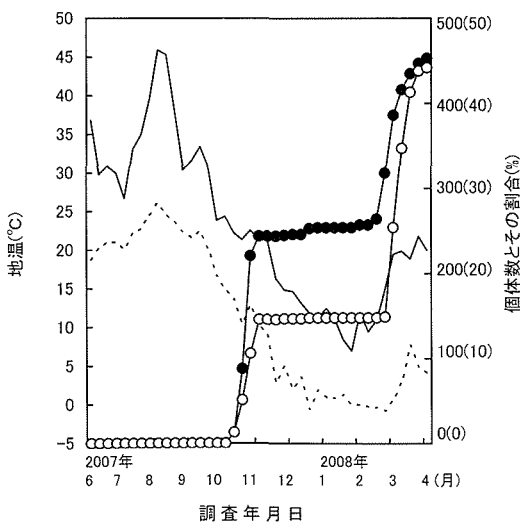
○は発芽試験用に供試したことを示し、()中の数値は採種した年を示す。

つの光条件下で、5°Cで発芽させ発芽数を数えた。光源は20 μ mol/m²sの光量子量の蛍光灯とした。発芽床が乾かないように週1回、約2mlの水道水を各シャーレに給水した。種子の置床後、数ヶ月（最長5ヶ月）にわたり全シャーレで発芽が認められないとき発芽が終了したと判断し発芽数の測定を中止した。試験は3反復で行った。

結 果

1. 野外での出芽の観察

採種地である東京都世田谷区の野外に採種直後（2007年6月22日）の種子を播種したとき、同年10月15日（播種4ヶ月後）に数個体の出芽を見た（第1図）。同年11月9日（播種約5ヶ月後）に146個体（15%）および244個体（24%）の出芽が見られ、それ以降は年内の出芽は見られなかった。翌春の2008年2月22日（播種8ヶ月後）から再び多くの出芽が見られ、同年4月4日（播種10ヶ月後）には432個体（43%）および453個体（45%）の出芽を観察した。その後は、出芽が見られなかった。播種してから発芽までの期間中（6月下旬～10月中旬）の地温は、日最高地温の平均値が33.3°C、日最低地温の平均値が21.4°Cであり、8月には46°Cに達していることもあった。出芽が多く見られた1期目（2007年10月15日～11月9日）の地下1cmの最高地温



第1図 ナガミヒナゲシの野外での出芽数と地温
2007年産種子を同年6月22日に播種
実線(—)は日最高地温、破線(---)は日最低地温
●は1反復目、○は2反復目の結果

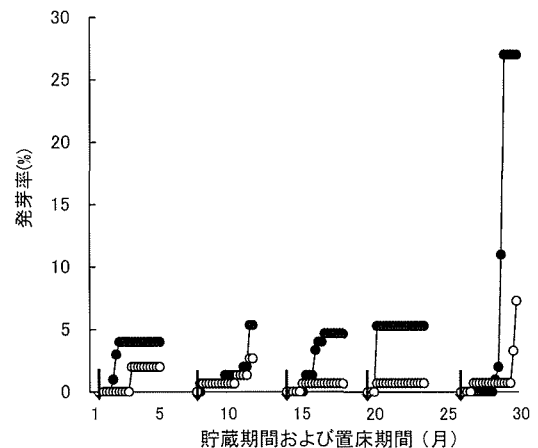
および最低地温は、それぞれ、21.2～21.4°Cおよび10.3～14.8°Cの範囲であった。出芽が見られなかった2007年11月10日～2008年2月21日では、日最高地温の平均値は13.2°C、日最低地温の平均値は2.3°Cであった。2期目（2008年2月22日～同年4月4日）の最高地温および最低地温は、それぞれ、15.0～20.0°Cおよび-0.7～4.1°Cの範囲であった。

以上から、ナガミヒナゲシは、晩春（6月下旬）に種子が散布され、秋季（10月中旬から11月中旬）と翌年の春季（2月下旬から4月上旬）の2期に出芽する。秋季の出芽では、出芽期間の地温は約10～21°Cに推移し、夏季の暖温（約21～33°C）を経る。春季の出芽では、出芽期間の地温は約20～1°Cで、それまで冬季の冷温（約13～2°C）を経ると推察できる。

2. 貯蔵時の温度と水分が種子の発芽に及ぼす影響

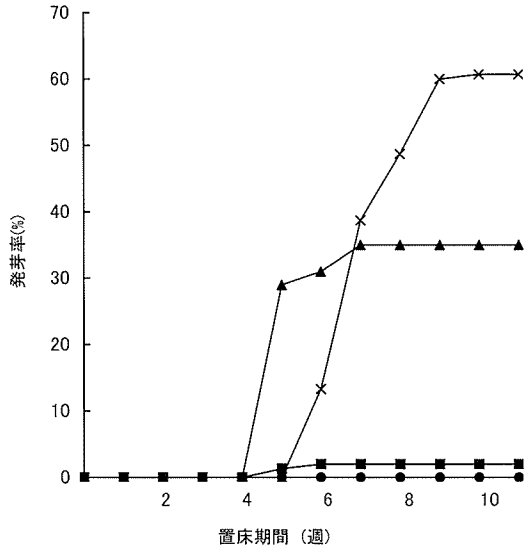
① 異なる温度と水分条件で貯蔵した種子の発芽

2005年産種子では、乾燥・冷温貯蔵種子および湿潤・冷温貯蔵種子は、5、10、15および20°Cのいずれの恒温下でもほとんど発芽しなかった。また、乾燥・高温貯蔵種子および乾燥・室温貯蔵種子においても、5、15および20°Cではほとんど発芽しなかったが、10°Cでのみ若干の発芽が認められた（第2図）。



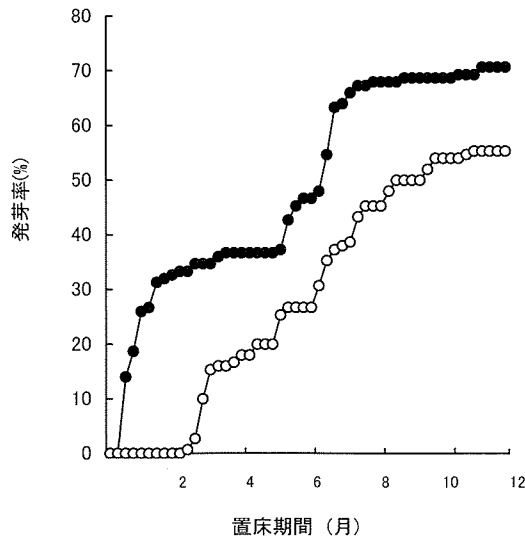
第2図 乾燥条件で貯蔵したナガミヒナゲシ種子の発芽
乾燥・高温条件(●)と乾燥・室温条件(○)で貯蔵した2005年産種子を定期的に取り出し明条件・10°Cで発芽させた。
↓は発芽試験の開始を示す。

貯蔵26.5ヶ月後に取り出し発芽させたものは1シャーレで発芽が見られなかったため2反復の平均値である。



第3図 湿潤・暖温条件下で貯蔵したナガミヒナゲシ種子の発芽

2007年産種子を湿潤・暖温条件下で3ヶ月間貯蔵後、明条件下で、5°C (x), 10°C (▲), 15°C (■) および 20°C (●) で発芽させた。



第4図 ナガミヒナゲシ種子の発芽に及ぼす変温の影響
乾燥・室温条件下に約2年間貯蔵した2005年産種子 (●) および採取直後の2007年産種子 (○) を12時間ずつの30°C・明条件/10°C・暗条件下で発芽させた。

2007年産種子を湿潤・暖温条件下で3ヶ月貯蔵した種子は、15°C および 20°C ではほとんど発芽しなかったが、置床後11週後では、5°C および 10°C で、それぞれ、61% および 35% の高い発芽率を示した (第3図)。

② 変温が発芽に及ぼす影響

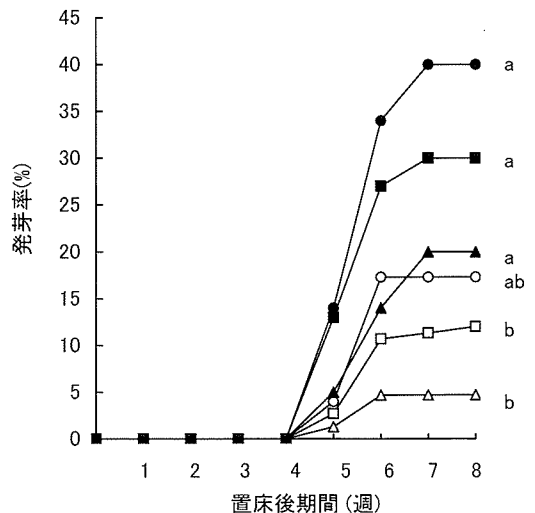
乾燥・室温条件下に2年間貯蔵した2005年産種子を12時間ずつの30°C/10°Cの変温で発芽させたとき、2週後に発芽を開始し、3ヶ月後には35%となった (第4図)。その後、発芽率は徐々に上昇し1年後には71%になった。採種直後の2007年産の種子を変温条件下で同様に発芽させたとき、2ヶ月後に発芽を開始し、3ヶ月後には15%になった。その後、発芽率は徐々に上昇し1年後には約55%となった (第4図)。

このように、乾燥条件下で26.5ヶ月間貯蔵した種子は貯蔵期間のいずれの時期に取り出しても十分な発芽は得られなかった。湿潤・暖温条件下で3ヶ月間貯蔵したものは5°Cと10°Cで高い発芽率が得られた。また、変温は発芽を促進することが確認された。

3. 埋土種子形成に関する長期間の乾燥貯蔵と光条件が発芽に及ぼす影響

① 乾燥貯蔵が発芽に及ぼす影響

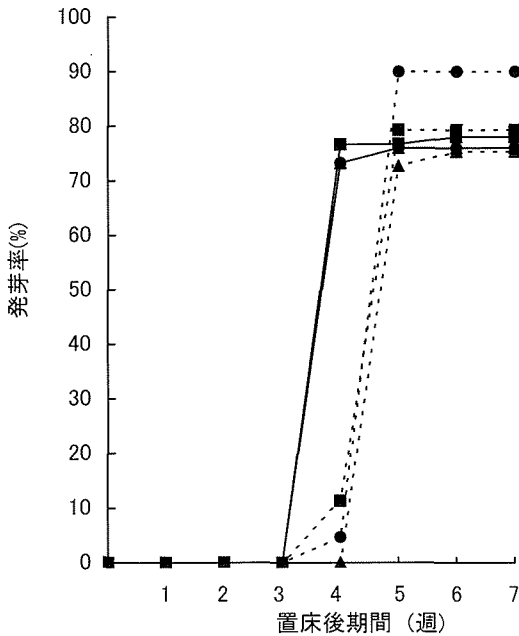
乾燥・室温条件下で2年7ヶ月間貯蔵した2005年産の不発芽種子は、湿潤・暖温条件下に移動して0.5~3ヶ月間貯蔵した後、5°Cで発芽させたとき、湿潤・暖温条件下に貯蔵する期間が長くなるほど発芽率が高くなった (第5図)。2ヶ月、2.5ヶ月および3ヶ月間貯



第5図 乾燥条件下に貯蔵したナガミヒナゲシ種子の発芽に及ぼす湿潤・暖温の影響

2年7ヶ月乾燥・室温条件下で貯蔵した種子を、湿潤・暖温条件下に0.5ヶ月 (△), 1ヶ月 (□), 1.5ヶ月 (○), 2ヶ月 (▲), 2.5ヶ月 (■), 3ヶ月 (●) 間貯蔵した後、明条件下で5°Cで発芽させた。

置床8週後の発芽率では、異なるアルファベット間に1%水準で有意差あり (Tukey法)。



第6図 乾燥条件貯蔵後に湿潤・暖温条件に移動・貯蔵したナガミヒナゲシ種子の発芽に及ぼす湿潤・冷温の影響

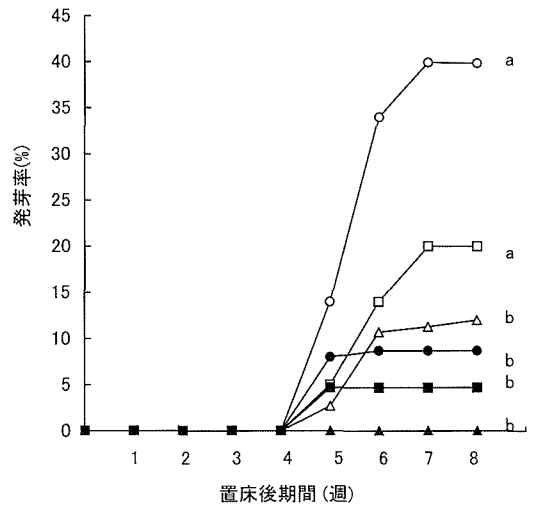
2年7ヶ月乾燥・室温条件で貯蔵した種子を、湿潤・暖温条件に移し3ヶ月貯蔵した後、湿潤・冷温条件に0ヶ月、0.5ヶ月(実線:—)および1ヶ月(点線:--)間置床した後、10°C(▲)、15°C(■)および20°C(●)で発芽させた。湿潤・冷温条件に置床しなかったもの(貯蔵期間0ヶ月)は調査期間に発芽しなかった。

蔵した種子の湿潤・冷温条件に置床8週後の発芽率は、半月および1ヶ月間貯蔵したものに比較して有意に高かった。

一方、乾燥・室温条件で貯蔵した上記の種子を3ヶ月間湿潤・暖温条件に貯蔵した後、10、15および20°Cに置床しても発芽は認められなかった(第6図)。しかし、この湿潤・暖温条件で貯蔵した種子を湿潤・冷温条件に移し0.5ヶ月間および1ヶ月間貯蔵し、同様に発芽させたとき、0.5ヶ月間貯蔵したものの7週間後の発芽率は、約75%となった。また、1ヶ月間湿潤・冷温貯蔵したものでは、75~90%となった。このように、湿潤・暖温条件に3ヶ月間貯蔵した種子は、湿潤・冷温条件に0.5ヶ月から1ヶ月間貯蔵すると、湿潤・冷温条件に貯蔵しなかった場合と比較して、10、15および20°Cでの発芽率が有意に高まった(第6図)。

② 光条件が発芽に及ぼす影響

乾燥・室温貯蔵した後、湿潤・暖温条件に1、2



第7図 光条件がナガミヒナゲシ種子の発芽に及ぼす影響
2年7ヶ月乾燥・室温条件で貯蔵した種子を、湿潤・暖温条件に移し、1(△, ▲)、2(□, ■)、および3ヶ月(○, ●)間貯蔵し、5°Cの明条件(明期/暗期:12 hr./12 hr.)および暗条件で発芽させた。置床8週後の発芽率では、異なるアルファベット間に1%水準で有意差あり(Tukey法)。

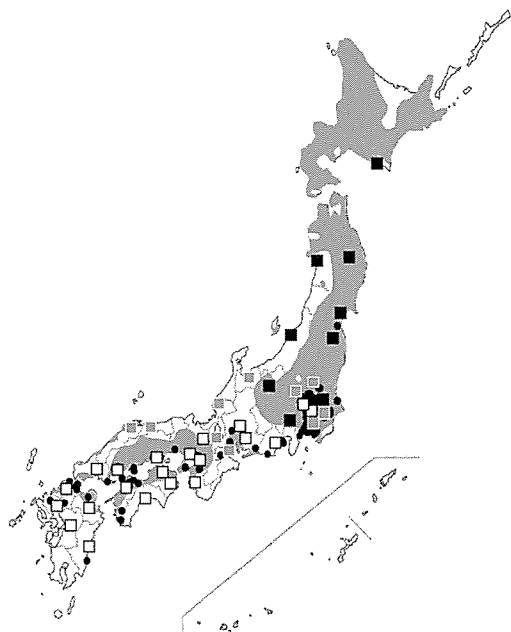
および3ヶ月間貯蔵した2005年産種子を、5°Cで発芽させると、それぞれの湿潤・暖温貯蔵期間で、明条件で12、20および40%、暗条件で0、5および9%の発芽率となった(第7図)。2および3ヶ月間湿潤・暖温貯蔵した場合、明条件よりも暗条件において発芽率が高くなり、有意差が認められた。

このように、乾燥条件で長期間貯蔵して発芽しなかった種子を湿潤・暖温条件に移して貯蔵すると発芽が促進された。このとき、湿潤・暖温条件に貯蔵する期間が長い方が発芽促進効果は高いことが明らかになった。また、発芽には明条件が好適であることが明らかになった。

考 察

1. 同属他種や外国に生育する個体との比較

野外における播種実験から、6月の種子散布後、登熟年の秋季と翌春に多くの出芽を観察した。室内における種子発芽試験から、ナガミヒナゲシ(*P. dubium*)は、①湿潤・暖温(25°C)条件に2~3ヶ月間貯蔵した後、冷温(5°C)に置いた場合や、②湿潤・暖温(25°C)条件に3ヶ月間貯蔵した後、湿潤・冷温(5°C)条件に半月~1ヶ月間貯蔵した場合、③日内で12時間ずつの30°C/10°Cの変温で発



第8図 ナガミヒナゲシの生育地と日平均気温、年降水量との関係

●：ナガミヒナゲシの2007年までの生育地、日平均気温が、 25°C 以上の日数の1990年～2000年の平均値、□：2～3ヶ月間、■：1ヶ月半～2ヶ月間、■：1ヶ月半以下、黒塗り部は年降水量（1,000～1,800 mm）の1970年から2000年の平均値。

芽させた場合に発芽率が高くなった。

これらの結果から、ナガミヒナゲシの種子は、国内の自然環境条件では、6月上旬の種子散布後、第一期として夏季の湿潤・暖温条件を経た後の秋季に出芽総数の約半数が出芽し、残りは第二期として冬季の湿潤・冷温条件を経た後の春季に出芽すること、特に、出芽には種子散布後の湿潤・暖温条件の影響が大きいことが明らかになった。

ケシ属 (*Papaver*) であるナガミヒナゲシとその近縁種について、国外に生育するケシ属の多く (*P. argemone*, *P. rhoeas*, *P. dubium* subsp. *dubium*, *P. dubium* subsp. *lecoqii* 等) は、本実験のナガミヒナゲシ (*P. dubium*) の結果と同じく秋季に多く発芽し、続いて春季にも発芽する^{9,12,14})。自然環境を想定して変温条件で長期間発芽させた試験では、*P. dubium* subsp. *dubium* と *P. dubium* subsp. *lecoqii* は $30^{\circ}\text{C}/20^{\circ}\text{C}$ 、または $25^{\circ}\text{C}/15^{\circ}\text{C}$ の暖温の変温条件⁹) で、*P. argemone* は $25^{\circ}\text{C}/5^{\circ}\text{C}$ の変温条件⁹) の他 5°C の冷温で発芽率が高くなり、*P. rhoeas* は $30^{\circ}\text{C}/20^{\circ}\text{C}$ 、 $25^{\circ}\text{C}/15^{\circ}\text{C}$ の変温条

件の他、 $20^{\circ}\text{C}/10^{\circ}\text{C}$ 、 $15^{\circ}\text{C}/5^{\circ}\text{C}$ の冷温の変温条件でも高い発芽率を示したという報告がある³⁹)。このように、種によって発芽適温は異なったが、いずれの種でも共通して暖温条件で発芽率が高まる特徴が認められており、ナガミヒナゲシにおいても長期間の暖温が発芽に大きく影響すると思われる。

一方、我が国の分布地域より寒冷な地域ではケシ属の季節的な発芽様式は異なっている。イギリス (北緯 52°) では、7～11月の間に結実した *P. rhoeas* と *P. dubium* subsp. *dubium*、および *P. dubium* subsp. *lecoqii* は、登熟年内に発芽しなかった¹⁴)。スウェーデン (北緯 58°) では10月結実の *P. rhoeas* と8月結実の *P. dubium* subsp. *dubium*、7月と8月結実の *P. dubium* subsp. *lecoqii* は、登熟年内に発芽しなかった⁹)。よって、自然環境条件では、秋季に結実・散布する個体や気温が低い生育地に見られる個体は、登熟年内に発芽せず翌年の春季に発芽する個体もあると考えられる。

以上から、国内に帰化したナガミヒナゲシとして本実験で扱った種子は、現在は湿潤・暖温条件を経て発芽すると結論できるが、今後国内において寒冷地に帰化した個体は、本実験で扱った種子の発芽温度とは異なることも考えられる。

2. 国内に帰化した要因

1) 国内外の生育地の気温、降水量と発芽温度条件

温暖な気温で、十分な雨量のある温帯に生育する植物の種子のうち、休眠性をもつもの多く (*Digitaria ciliaris* (Retz.) Koeler), イスタデ (*Persicaria longiseta* (De Bruyn) Kitag.), シロザ (*Chenopodium album* L.) 等) は、湿潤・冷温条件によって発芽率が高まる¹⁶)。このような植物は、四季のはっきりした国内では、たとえ九州などの暖温地方でも、冬季の冷温に曝されることがあるので、北海道から九州まで広く分布している。また、暖温で発芽率が高まるといわれているカズノコグサ (*Beckmannia syzigachne* (Steud.) Fernald), カモジグサ (*Agropyron tsukushiense* (Honda) Ohwi var. *transiens* (Hach.) Ohwi), スズメノカタビラ (*Poa annua* L.) 等の冬雑草⁶) も、暖温を経なくても冬季の冷温だけでも発芽率が高まるという¹¹)。したがってこれらの冬雑草も北海道から九州まで広く農耕地や緑地等で見られる。

ナガミヒナゲシは、関東地方から瀬戸内海沿岸地方を中心に次第に国内で分布地域を拡大してきている

ものの¹⁷⁾、前述の冬雑草に比べて比較的生育地が限られている。国内外のナガミヒナゲシの生育地における気温や降水量を見ると次のような原因が考えられる。

ケシ科植物 10 科のうち 9 科とケシ属植物約 70 種のうち半数近くの種が生育し、ナガミヒナゲシに近縁な 5 亜種も生育する東地中海沿岸地域^{7,8,13)}の年平均気温は 12~20°C である⁹⁾。また Phipps and Cullen¹³⁾によるとケシ属植物の生育地は年降水量が 1,000~2,000 mm の山間部に集中するという。一方、国内で、ナガミヒナゲシが多く見られる関東地方から瀬戸内海沿岸地方¹⁷⁾の年平均気温は 12~18°C、年降水量は 1,000~1,800 mm¹⁰⁾である。すなわち、国内に広まった地域と東地中海沿岸地域のケシ属植物が多く生育する地域との年平均気温および年降水量の値は同程度である。

このように、年平均気温と年間降水量は、前述の長期間 (2~3 ヶ月) の湿潤・暖温条件とともに、ナガミヒナゲシの分布を制限する大きな要因であることが示唆された。ナガミヒナゲシの生育地の多かった関東地方から瀬戸内海沿岸地方では日平均気温 25°C 以上の日が 2~3 ヶ月である (第 8 図)。地温と気温とは異なるが、ナガミヒナゲシは裸地に多く見られることから、両温度の間に顕著な差はないと思われる。すなわち、ナガミヒナゲシが多く生育する地域は、年降水量 1,000~1,800 mm で 2~3 ヶ月の暖温 (25°C) 期間に達することが多いと考えられる。このようにある程度の雨量と 2~3 ヶ月間の暖温 (25°C) 条件が発芽を促し、個体数を増加させる原因の 1 つになっているものと考えられる。

一方、2~3 ヶ月間以上暖温 (25°C) となる地域のうち、雨量が極めて多い紀伊半島南部や四国南部、九州南部ではナガミヒナゲシの生育が少なかった。これは、ナガミヒナゲシが雨量の多い地域では発芽しても生育が抑制され、他の植物の旺盛な生育により被圧されるためと考えられる。

2) 埋土種子から見た帰化の要因

ナガミヒナゲシ種子は、高温 (夏季に 60°C に達する状態) や室温 (約 20°C)、冷温 (5°C) の乾燥条件や湿潤・冷温条件に貯蔵した種子を、10、15 または 20°C に置いた場合、約 3 年間発芽が見られなかった。しかし、乾燥・室温条件に長期間 (最長約 3 年) 置かれた種子を湿潤・暖温条件に置けば発芽が促進されることや、暗条件では発芽が抑制される光発芽性のあることが分かった。これらの結果から、近

年ナガミヒナゲシの生育地が急速に拡大した原因として、本種の埋土種子が土壤中に長期間存在していたことが考えられる。すなわち、1990 年代以降に輸入冬作穀物種子に含まれた本種の種子が日本全土に散布され²⁾、乾燥して、光が透過しない土壤中に埋もれたものが発芽力を維持したまま長期間生存し、これらが発芽に有効な 2~3 ヶ月間の暖温 (約 25°C) と水分条件 (降水) が整った時に一斉に発芽していると思われる。このような地域として関東地方から瀬戸内海沿岸地域が特に適したものとする¹⁷⁾。

3. 今後の対策

ナガミヒナゲシの種子は微小で 1 個体から最適な条件では大量 (約 80,000~180,000 粒) の種子が散布される¹²⁾。国内の寒冷な地域でも、今後都市化により建築物や舗装道路等の蓄熱する人工的な環境要因が増え、暖温条件 (約 25°C) を誘引し発芽を促進させれば個体数が増える可能性がある。

自然環境条件では春季に結実・種子散布をするため、個体の抜き取り・刈り取りや茎葉処理剤の散布により結実前に個体を除去または枯殺することが重要である。また、種子が散布されたとき本種はその年の秋季および翌春に出芽するので出芽直後の耕起により生長する個体数を物理的に減少させることができる。さらに、乾燥地では長期間発芽力を維持することから、耕起による発芽促進と土壤処理剤散布の組み合わせも検討する必要がある。

謝 辞

本研究の種子採取と発芽試験においては東京農業大学造園科学科卒業生の岩崎菜穂氏、河野仁美氏、曾佐直哉氏、小林伸二氏、東中裕美子氏および服部匠氏に多大な御協力を賜りました。ここに厚く御礼申し上げます。

引用文献

- 1) 荒井正雄・千坂英雄・植木邦和 1968. 水田裏作主要雑草の生態的特性の比較. 日作紀 30, 39-42.
- 2) 浅井元朗・黒川俊二・清水矩宏・榎本敬 2007. 1990 年代の輸入冬作穀物中の混入雑草種子とその種組成. 雑草研究 52, 1-10.
- 3) Baskin, C.C., P. Milberg, L. Andersson and J.M. Baskin 2002. Non-deep simple morphophysiological dormancy in seeds of the weedy facultative winter annual *Papaver rhoeas*. Weed Res. 42, 194-202.
- 4) 福井英一郎 1985. 「日本, 世界の気候図」. 東京堂出

- 版. 東京, pp. 83, pp. 100.
- 5) 檜山庫三 1961. ボタニカルノート (123) 904. イタゲシとナガミヒナゲシ. 野草 27, 58-59.
 - 6) 伊藤操子 1993. 「雑草学総論」. 養賢堂, 東京, pp. 50-59.
 - 7) Kadereit, J.W. 1988. A revision of *Papaver* L. section *Rhoeadium* spach. Notes RBG Edinb. 45, 225-286.
 - 8) Kadereit, J.W. 1990. Some suggestions on the geographical origin of the central, west and north European synanthropic species of *Papaver* L. Bot. J. Lin. Soc. 103, 221-231.
 - 9) Karlsson, L.M. and P. Milberg 2007. A comparative study of germination ecology of four *Papaver* taxa. Ann. Bot. 99, 935-946.
 - 10) 気象庁 2002. 「メッシュ気候値 2000」. 財団法人気象業務支援センター, 東京, CD-ROM.
 - 11) Martin, A.C. 1946. The comparative internal morphology of seed. Amer. Mid. Nat. 36, 513-660.
 - 12) Mcnaughton, I.H. and J.L. Harper 1964. Biological flora of the British Isles. *Papaver* L. Journal of Ecol. 52, 767-793.
 - 13) Phipps, J.P. and J. Cullen 1976. Centres of diversity quantified. Vegetatio 31, 147-159.
 - 14) Roberts, H.A. and J.E. Boddrell 1984. Seed survival and periodicity of seedling emergence in four weedy species of *Papaver*. Weed Res. 24, 195-200.
 - 15) 清水建美 2003. 「日本の帰化植物」. 平凡社, 東京, pp. 79.
 - 16) 鈴木善弘 2003. 「種子生物学」. 東北大学出版会, 仙台, pp. 155-158.
 - 17) 吉田光司・根本正之・鈴木貢次郎・藤井義晴 2008. 日本列島におけるナガミヒナゲシ (*Papaver dubium* L.) の生育地の拡大. 雑草研究 53, 134-137.

Feature of naturalized region of *Papaver dubium* (PAPAVERACEAE) in Japan – from the standpoint of seed germination characteristics

Koji Yoshida*, Yumiko Kanazawa*,
Kojiro Suzuki** and Masayuki Nemoto**

Summary

The role of seed germination characteristics in facilitating the rapid acclimation of the exotic long-headed poppy (*Papaver dubium*) in Japan was assessed using indoor and outdoor cultivation experiments. Results of outdoor experiments showed that seeds sown in June germinated in the fall of the same year and the following spring. Indoor germination experiments, conducted using seeds stored under different temperatures and moisture conditions, revealed that seed germination rates were highest under the following condi-

tions: (1) moist, warm conditions for 2 to 3 months followed by storage at 5°C, (2) moist, warm conditions for 3 months followed by storage under moist, cold conditions for half month to a month and then at 10~20°C, and (3) storage for three months under varying temperature and moisture conditions. These outdoor and indoor germination experiments confirmed that seeds germinated under natural environmental conditions in the fall when temperatures decreased relative to the moist warm conditions of summer and in the subsequent spring when the temperatures increased after the cold winter months. Seed germination in seeds stored at high or room temperatures, under dry conditions for approximately three years, or under dark conditions, was relatively lower. Consequently, seeds that become buried in the ground are likely to remain dormant for extended periods of time. In addition, the optimal germination temperatures for the long-headed poppy observed in this study closely match the meteorological conditions of the numerous regions, both domestically and internationally, where this species is found.

Keywords: *Papaver dubium* L., germination, naturalized plant, soil temperature, buried seed

*Graduate School of Agriculture, Tokyo University of Agriculture, 1-1-1 Sakuragaoka, Setagayaku, Tokyo, 156-8502, Japan nemoto@nodai.ac.jp

**Faculty of Regional Environment Science, Tokyo University of Agriculture, 1-1-1 Sakuragaoka, Setagayaku, Tokyo, 156-8502, Japan