

カラマツ冬芽の凍結適応機構に関する研究

バイオマス転換学講座 資源植物創成学分野
遠藤圭太

【背景と目的】 寒冷地に生育する樹木は、冬季の厳しい氷点下温度に対して組織的に異なる凍結適応機構を持つ。樹木の多様な凍結適応機構の中で、冬芽では器官外凍結と呼ばれる特殊な氷点下温度への適応機構を持つ。器官外凍結とは、氷点下温度に曝された冬芽が、胚的組織の細胞内から脱水された水を組織外へ脱水し氷として析出させる凍結様式で、胚的組織外の特異的な場所にのみ氷が析出する。この器官外凍結は、多様な組織からなる冬芽全体での凍結適応機構であり、冬芽内の細胞の凍結適応機構ではない。多様な冬芽内組織の細胞レベルでの凍結適応機構は必ずしも明らかとは言えず、また何故器官外凍結という特殊な適応機構を示すのかは明らかではない。

本研究では、器官外凍結する冬芽の凍結適応機構を総合的に明らかにするために、冬芽内の組織が氷点下温度に曝されて凍結した時の凍結挙動を細胞レベルで観察した。

【方法】 2009年2月に北大構内に生育するカラマツ (*Larix kaempferi*) 成木より当年生の枝を採取し、枝の先端に付く長枝芽と呼ばれる冬芽を用い、枝を含む冬芽の構成組織が全てそろった冬芽全体の試料と、枝とリン片を取り除き冬芽内の胚的組織(枝条・葉原基)のみを摘出した試料を実験に用いた。凍結挙動観察は、緩速凍結処理(冷却速度=5°C/day)によって目的温度まで凍結した冬芽と摘出組織をCryo-SEM及び、フリーズレプリカ法を用いて細胞レベル、細胞膜レベルで観察した。

【結果及び考察】 カラマツ冬芽は、-30°Cまでの緩速凍結によってリン片内とクラウン下の空隙にのみ氷が析出し、典型的な器官外凍結が観察された (Fig. 1)。器官外凍結した冬芽の組織細胞は、一次壁のみから成る胚的組織では過冷却と細胞外凍結する細胞が混在したが、二次壁から成るクラウンとリン片では全ての細胞が細胞外凍結した。一方、冬芽から摘出して凍結した胚的組織では、組織内にも細胞外氷晶が析出した。摘出組織の細胞は、-10°Cまでの凍結で同一組織内に、致死的な細胞内凍結を起こす細胞と、細胞外凍結する細胞が混在していた。また、胚的組織細胞の細胞膜は高い相転移温度を示した。これらの結果から、冬芽内の胚的組織は組織内に氷が析出するとおそらく膜の特性により細胞内凍結を起こしてしまうため、器官外凍結という特殊な機構によって冬芽全体で適応していることが明らかになった。冬芽は外気温さえ上昇すれば、早急に開葉するために、夏型の状態にあるための特殊な適応機構と推定される。

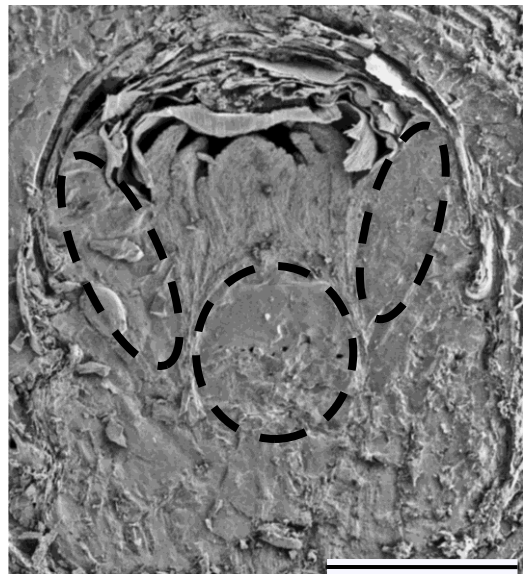


Fig. 1. 器官外凍結したカラマツ冬芽のCryo-SEM像。リン片内およびクラウン下の空隙にのみ氷が析出している。点線：氷。Bar=0.5 mm.