

シモバシラ (*Keiskea japonica*) に成長する氷花の形成メカニズム
～気象環境および茎内部構造の影響～

北海道大学大学院 環境科学院
環境科学専攻 統合コース
田丸 隼也

【背景と目的】

冬季、気温が 0℃前後を推移するとき、シソ科植物シモバシラ (*Keiskea japonica*) の茎には花のような形の氷塊 (氷花) が成長する。氷花は土壌水を給源とし、気温が低いほど速く成長することが示されているが、野外で観察される氷花の形成メカニズムはより複雑である。なぜならば、氷花は同一の植物体から冬期間を通じ繰り返し析出するが、このことは必ずしも決まった気温条件下でおきるとは限らないためである。さらに氷花析出が繰り返されることにより、シモバシラの内部構造が破壊され、吸水経路が変容していくことが考えられる。本研究では、氷花の形成メカニズムをより包括的に理解するために、1) 気象環境の影響 2) 内部構造変容に注目し、その影響を検証した。

【方法】

2010 年 12 月 26 日から約一ヶ月間東京都高尾山にて、2010 年 11 月 29 日から約 2 週間北海道大学構内にて現地調査を行った。定点観測では、定点カメラにより連続撮影した画像から氷花の成長を定量化した。並行して、茎付近温度、土壌水分量、地温、気温、湿度を複合気象観測システムでモニタリングした。また高尾山に分布するシモバシラを広域的に観察し、析出する氷花数を計測した。これに付随して、代表的なシモバシラ群生地を 5 地区設定し、各地区の天空率を魚眼レンズによって求めた。さらに、10 株の植物体を断熱材で覆った箱に入れた土壌に植え、温度調整のできる低温室内にて氷花を析出・成長させた後消滅させるといったサイクルを 17 回繰り返した。このとき、地温、茎付近温度と土壌水分量をモニタリングするとともに、氷花サイズを測定した。さらに 1, 5, 9, 13, 17 サイクル後に植物体木部の断面 (水平方向) を、1 サイクル後には木部表面も加えて鏡下観察した。

【結果】

- 1) シモバシラは、日没頃に気温が低くなると、その茎の木部から氷花を出し (析出)、この析出氷に新たな氷を付加し (成長)、やがて成長を停止する。その後、日中に気温が上昇し、融解や昇華によって氷花は衰退する。日没頃に再び気温が低下すると、氷花が完全に消滅したときは新しい氷花を析出させ、氷花が完全に消滅しなかったときは、その氷花を成長させる。
- 2) 氷花は、湿度が高いときほど、また天空率が低いところほど析出しにくい。
- 3) 氷花の成長量は季節の進行に伴い減少した。また、観測期間前半と後半の成長量はそれぞれ茎付近温度が -2, -3℃以下をとりつづけた時間と正の対応関係をもった。しかし、氷花の成長速度は気温と対応関係を持たなかった。
- 4) 鏡下観察の結果、水はやや木質化した木部の細胞内を通過していることが観察された。また、析出・成長を繰り返すにつれて、亀裂が入った細胞壁や崩れた細胞壁が多く観察されるようになった。さらに、木部表面の観察では、様々な大きさの微小孔が茎成長方向に並んでいるのが観察された。

【考察】

- ①氷花の給源水は細胞を通過して上昇し、木部表面の微小孔を通過して外気に触れる。この経路は非常に狭いので、木部内では過冷却状態にあると考えられる。氷花の析出・成長を繰り返すと木部内では、細胞壁が壊れ通路が大きくなる。これにより、水を過冷却状態に維持できなくなったり、毛管力が低下したりするために、析出部までに達する液体水の量が減少する。
- ②析出は温度によって決まる。湿度が高いときや天空率が低いところでは、温室効果が作用し、給源水の温度が低下しにくくなるために析出しにくくなったと考えられる。
- ③成長は温度と冷却時間、供給水量によって決まる。氷花は最適な気温の範囲で成長し、この温度域に長時間さらされるほど氷花は大きくなる。また、この温度域は季節が進行するほど低温側に移動する。しかし、たとえ同じ温度に同じ時間さらされていても、季節の進行にともない氷花は小さくなる。これは、①で述べたような水路の拡大により、析出部までに達する液体水の量が減るためと考えられる。