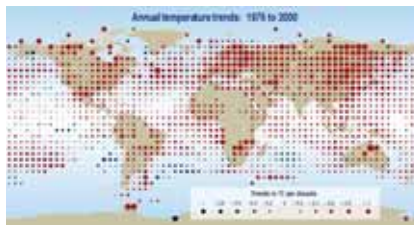


生態機能低下- 寒冷陸域生態系

近年の地球環境の変化は、高緯度地域を中心とした寒冷陸域生態系で特に影響が大きいと予測されている。

- ・中低緯度地域に比べて顕著な気温上昇
寒冷域の生物は、低温・強風・短い生育期間などの厳しい環境にさらされており、わずかな温度変化が生命維持に大きく左右する。
- ・温暖化による氷河や永久凍土の融解
新たな生息地への生物の進入。周氷河地形特有の植物群落の駆逐
- ・積雪分布・消雪パターン的大幅な推移
生育期間や生物季節(フェノロジー)の変化

これから予測される生態系機能の損失を評価し、回避策を提言するために、現存のメカニズムの解明に取り組む



出典: IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change: 気候変動に関する政府間パネル)
高緯度での温度上昇が大きい

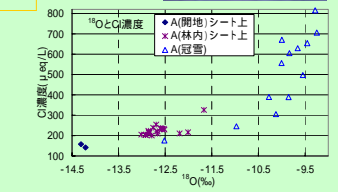
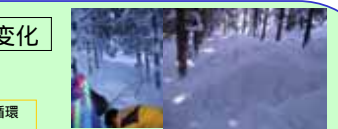
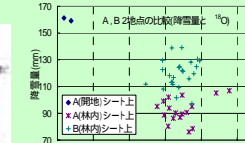
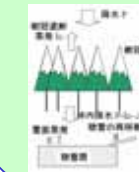
寒冷陸域生態系との関わりの中で築いてきた独自の生物多様性の消失

降雪遮断による酸素同位体比の変化

- ・冬季における積雪 - 植生 - 大気相互作用
樹冠雪の有無によるアルベドの変化
樹冠雪からの昇華蒸発(樹冠遮断蒸発) → 水・エネルギー循環の解明に重要
- ・常緑針葉樹林において
林内の積雪水量 < 開地の積雪水量
この積雪水量差の大部分が遮断蒸発量による(中井, 1996)
- ・酸素同位体比(^{18}O)は地球上の様々な水循環を調べる研究で数多く使われている。

しかしながら、開地と林内の積雪水量に大きな差があるにもかかわらず、林内積雪の ^{18}O を調べた研究例は非常に少ない。

林内降雪量に影響を与える諸要素



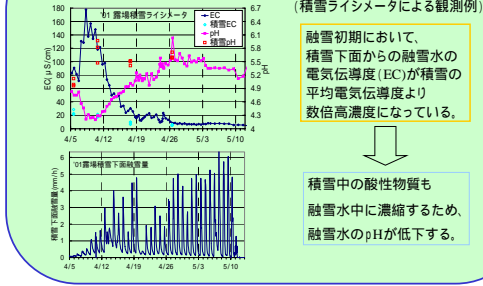
林外より林内の積雪量は少なく、 ^{18}O は重かった。
樹冠雪の ^{18}O は非常に重く、 Cl^- 濃度も高かった。また、これらが林床に落ちること、林内の ^{18}O のばらつきが大きくなると推測される。
2地点の林内積雪
積雪水量 B(林内)よりA(林内)の方が30mm少ない
 ^{18}O ほぼ同じ値。
2地点の林内における遮断蒸発量差と ^{18}O には関係は見られなかった。
林内積雪の ^{18}O を考えるには別の要素(凝結量?)を考える必要がある。

熱・水フラックス観測タワー

・北方林の生理生態特性が水循環過程に及ぼす影響を評価する。



積雪下面融雪水の水質変化



(積雪ライシメータによる観測例)
融雪初期において、積雪下面からの融雪水の電気伝導度(EC)が積雪の平均電気伝導度より数倍高濃度になっている。
積雪中の酸性物質も融雪水中に濃縮するため、融雪水のpHが低下する。

開放型温室設置による高山植物の応答



高山生態系に対する気温上昇の影響を評価するために、大雪山の(標高1700-1900m地点)に開放型温室を設置し、植物の反応を調査。

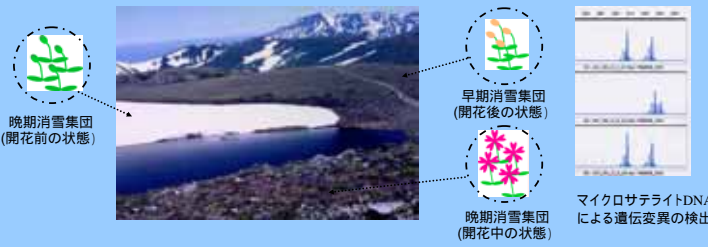
フェノロジーの促進傾向
個葉特性の変化(個葉の寿命の増加) 栄養・繁殖成長への資源配分の変化。



高山生態系における消雪時期の変動と植物集団の遺伝的分化

高山の多雪環境に生息する植物は、消雪時期によって開花スケジュールが規定されるため、開花フェノロジーの違いによって隣接集団間でも花粉媒介による遺伝子流動が制限される。

局所的な地域内でも消雪時期に沿った植物集団の遺伝的分化が予想される。

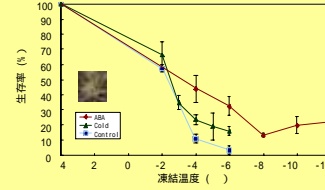


・遺伝的多様性への地球温暖化による影響を評価する試みとして、高山性植物を対象にアメリカ・コロラドロッキー山脈および北海道・大雪山において、集団の遺伝的構造・分化について基礎研究を行っている。

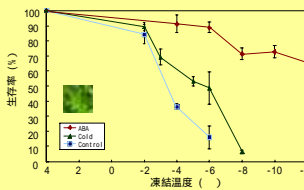
植物の環境変化に対する応答

寒冷地に分布する植物は、厳しい凍結温度や積雪などの環境ストレスにさらされる。過度の凍結ストレスは、生体膜の不可逆的な構造変化などの致命的な損傷を引き起こす。温帯以北に生育する多年生植物は、気温の低下とともに低温に馴化する能力を向上させ(低温馴化)、真冬の凍結ストレスに対して耐性をもつことで寒い冬を乗り切っている。

タチコケの耐凍性



ヒメツリガネコケの耐凍性



コケ植物(タチコケ及びヒメツリガネコケ)原糸体細胞のABA・低温処理による耐凍性の変化
未処理(Control)の細胞をABA(ABA)、または、低温(Cold)処理し、凍結融解後の生存率を比較した。横軸は、凍結温度(°C)、縦軸は、凍結融解後の生存率(%)を示している。

アブシジン酸(ABA)は、乾燥や塩、低温などの環境ストレス耐性に重要な植物ホルモンであり、ABAを外から与えることによっても、耐凍性は上昇する。グラフで示したように、コケの種類によって耐凍性は異なり、また、ABAや低温などの処理に対する感受性も異なる。

様々な気候域に生育する植物の温度耐性

| 植物名 | 低温傷害を受ける温度(°C) | 高温傷害を受ける温度(°C) |
|--|-------------------------|----------------|
| Trunks | -1.5 to -2 | 41-55 |
| Forest understorey | -1.5 to -3 | 45-48 |
| Plants of high mountains | -5 to -15 (-20) | ca. 45 |
| Subtropicals | | |
| Evergreen woody plants | -8 to -12 | 50-60 |
| Deciduous woody plants | -10 to -15 | 50-60 |
| Subtropical palms | -5 to -14 | 55-60 |
| Succulents | -5 to -10 (-15) | 40-45 |
| C ₄ grasses | -1 to 5 (-8) | 60-64 |
| Desert winter annuals | -6 to -10 | 50-55 |
| Temperate zone | | |
| Evergreen woody plants of coastal regions with mild winter | -7 to -15 (-25) | 46-50 (55) |
| Rudic species of the tertiary tree flora | -8 to -20 (-15 to -30)* | 45-50 |
| Dwarf shrubs of Atlantic heaths | -20 to -25 | 45-50 |
| Deciduous trees and shrubs | (-25 to -35)* | ca. 50 |
| Herbaceous species of sunny habitats | -10 to -20 (-30) | 47-52 |
| shady habitats | -10 to -20 (-30) | 60-65 |
| Graminoids of the steppe | (-30 to 15)* | 60-65 |
| Halophytes | -10 to -20 | (42) 55-62 |
| Succulents | -10 to -25 | 38-44 |
| Aquatic plants | -5 to -12 | 46-48 |
| Monocotyledonous ferns | -10 to -40 | 46-48 |
| Regions with cold winters | | |
| Evergreen conifers | -40 to -60 | 44-50 |
| Boreal deciduous trees | (-30 to 15)* | 42-45 |
| Arctic-alpine dwarf shrubs | -30 to -70 | 44-54 |
| Herbaceous plants of the high mountains and the Arctic | (-30 to 15)* | 44-54 |

* Negative heath
* LN₂ = Temperature of liquid nitrogen (-196°C). (Wahler 1995)

植物の低温に対する耐性は多様であり、0-10 程度の凍結にさらされると傷害を受けるもの(低温傷害)や、0 以下の凍結温度で傷害を受けるものがある(凍結傷害)。一方、温帯以北の多年生植物は、-30 以下の凍結温度でも生存できるものも多し。