

「被災地に緑を！」

～全国の農業クラブと挑戦した環境保護活動～

関東ブロック 静岡県立富岳館高等学校

総合学科 3年 野寄 真央

総合学科 3年 増田 涼香

総合学科 3年 金森まどか

総合学科 1年 清水 大世

【はじめに】

平成23年3月11日、東日本大震災が発生した。東北地方沿岸には津波が到達し、沿岸全域は壊滅的な惨状となった。現在、宮城県鳴瀬川周辺の堤防では法面緑化が行われているが、堤防で見られる「塩・乾燥ストレス」が法面のシバの生育を抑制、整備の課題となっている。また、沿岸の水田地帯では塩害により、イネの減収が見られる。

私達は富士山麓の朝霧高原の牧草地でフェアリーリング（シバが輪状に周囲より色濃くなり、繁茂する。その後、キノコ（シバフタケ、コムラサキシメジ等が発生）を確認した。定説ではシバの病気が原因とされていたが、近年「キノコが特異的な植物成長調節物質（AHX（2-Azahypoxanthine、アザヒポキサンチン））を生産し、その影響でシバが繁茂、その物質は一部の植物に特定の環境ストレス耐性を与える」ことが発表された（静岡大学農学部）。私達はその物質が植物（シバ・イネ）に塩・乾燥ストレスに強い効果を与えることができるのであれば「宮城県鳴瀬川の堤防の法面緑化」、「塩害水田の回復」を実現できると考えた。

【研究経過】

私達は朝霧高原でサンプリングした「シバフタケ（フェアリーリングを引き起こすキノコ）」から得たAHX、AHXの代謝産物「AOH（2-aza-8-oxohypoxanthine）」「ICA（imidazole-4-carboxamide）：フェアリーリングのリング上のシバを枯らす物質（その後キノコが発生）」の存在を知るとともに、朝霧高原で採取したシバフタケから「AOH」の抽出に挑戦・成功した（第1図）。さらに、塩・乾燥ストレス下での植物への影響を検証した。

1 塩ストレス条件下におけるシバの成長

私達は塩ストレス条件下におけるシバの成長を観察した（5処理区の培地：無処理区、NaCl：25mM区、NaCl：50mM区、NaCl：100mM区、NaCl：200mM区）。その結果、塩分濃度が高まる程、成長が抑制されることを確認した（第2図、特に、海水の塩分濃度に近いNaCl：100mM区、塩類集積に近いNaCl：200mM区で成長が悪い）。

2 塩ストレス条件下における植物成長調節物質の影響（シバ）

塩ストレス下でのシバの成長を検証した（4処理区の培地：無処理区、AHX区、AOH区、ICA区、100mM NaCl条件下で6週間培養）。その結果、無処理区は塩ストレスの影響を受け成

長が抑制されたのに対し植物成長調節物質を与えた区では AOH 区・AHX 区・ICA 区の順に塩ストレスの影響を受けずにシバが成長、低濃度の ICA も一定の成長効果があった（第 3・4 図）。

3 乾燥ストレス条件下における植物成長調節物質の影響（シバ）

乾燥ストレス条件下におけるシバの成長を検証した（4 処理区の培養土：無処理区、AHX 区、AOH 区、ICA 区、乾燥条件（少量の灌水（10mL/週）を段階的に与える）で 6 週間培養）。その結果、無処理区は乾燥ストレスの影響を受け成長が抑制されたのに対し植物成長調節物質を与えた区（AOH 区・AHX 区の順に成長、ICA 区も一定の成長効果）ではストレスの影響を受けずにシバが成長した（第 5 図）。特に AOH は AHX の植物体内の代謝産物そのものであるため、植物への影響が効果的に現れたと考えられる（第 6 図）。

4 私達のアイデア「AOH チップ」の開発

富士山麓は製紙業の町、私達は AOH を含む媒体を製紙の廃材「炭化ペーパースラッジ」とした。私達は AHX チップに加え、成長効果が高い AOH チップ（1 粒あたりの大きさ：1 cm、質量：1 g、炭化ペーパースラッジに AOH を混合）を考案・開発した。製造は炭化ペーパースラッジ（900℃で焼成→安全性確認・重金属類基準値以下に分解）に 0.1mM の AOH 水溶液を浸漬し（炭化ペーパースラッジ：AOH 水溶液 = 5 : 4）、その後、乾燥処理する。AOH チップの機能性を考えた。チップ 1 g の AOH 供給量は 20 μg（すり潰した AOH チップからの AOH の抽出量を測定）、保水性（チップの空隙率 86%）を示す。したがって、AOH チップは AOH を徐々に放出する「先進性に富んだエコ資材」として安定したシバの成長を可能にすることを認めた（AOH チップの土壌への混合割合：10% が最適であることを検証、すり潰した AOH チップと固形の AOH チップからの AOH の抽出量の測定値の差から判断、第 7・8 図）。

5 宮城県鳴瀬川の堤防の法面緑化

平成 27 年 6 月から平成 28 年 7 月にかけて、国土交通省やシバ生産者、県外の高校生と連携し、鳴瀬川の堤防の法面緑化に AOH チップを導入することにした（授業（「農業と環境」）の中で、生態系に配慮した緑化活動や全国の農業クラブ員との連携が重要であることを知った。私達は宮城県の自生ノシバ（宮城県の金華シバ）を活用し、緑化活動を実施した（「金華山」で採種）。AOH チップを導入した結果、処理区の成長効果（シバの被覆向上率（2 週間：無処理区 4.1%、AOH チップ区 14.3%））を確認した。

6 宮城県女川町林道の法面緑化

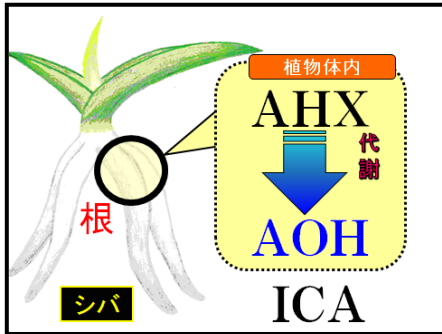
平成 27 年 11 月、津波被害で大きな被害を受けた宮城県女川町の林道の法面緑化を行い AOH チップによる緑化技術の実証試験（乾燥ストレス）を実施した。具体的には切土で岩が露出し、表土がない条件での緑化を行った。現在、成長効果を観察しており、平成 28 年 7 月にその効果を検証した（順調に生育）。

7 青森県種差海岸の緑化活動

平成 27 年 7 月、宮城県の緑化活動が原点となり、青森県の自生ノシバの採種（生物多様性の学びを生かした研究）を行った。平成 27 年 11 月、種差海岸の緑化（環境省や八戸市、種差観光協会、京都府立桂高校と協力、対象地：環境省種差海岸インフォメーションセンターの法面）に AOH チップを活用した。

8 東北地方の塩害水田へのチップ活用に向けた栽培レベルでの初検討

稲作（塩害条件）について、ワグネルポットを活用し、栽培レベルでの検証を行い、環境保全機能の確保に努めた（「農業と環境」）。その結果、チップを施すことでイネの収量が回復し、塩害水田への導入の可能性を見出した。



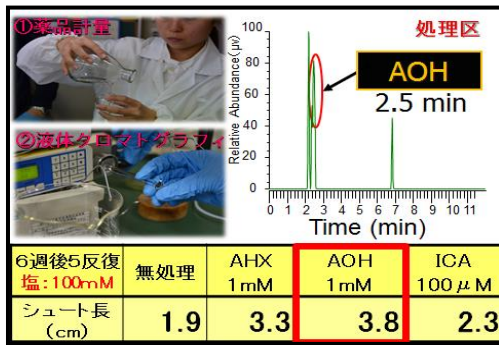
第1図：AHXとAOH等の関係



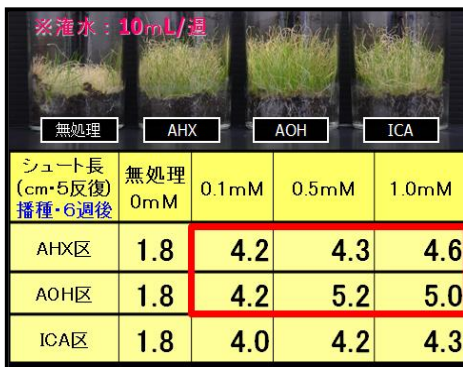
第2図：塩ストレスがシバ生育に及ぼす影響



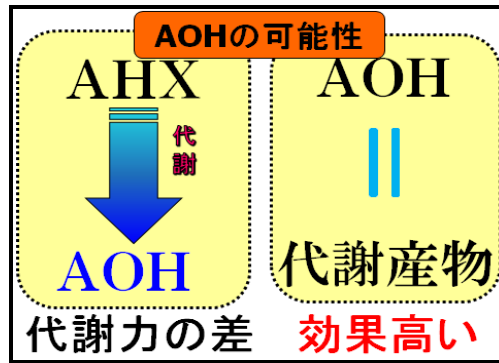
第3図：AHX・AOH・ICAがシバの塩ストレス耐性に及ぼす影響



第4図：AOH区のシバのシュートからのAOHの検出



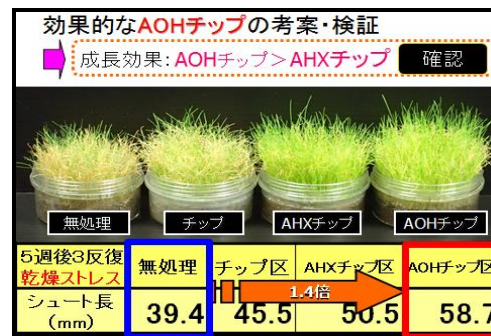
第5図：AHX・AOH・ICAがシバの乾燥ストレス耐性に及ぼす影響



第6図：AOHの可能性



第7図：チップの最適混合割合の検証



第8図：AOHチップによるシバの乾燥ストレス耐性の検証

【将来の可能性】

想定している利用者を以下に示す。

【国内】

- 1 東日本大震災で津波被害にあった「東北沿岸の堤防の法面緑化を行っている国土交通省や地方自治体」。
- 2 東日本大震災で津波被害にあった「東北沿岸の堤防の法面緑化を行っている土木業者（ゼネコン等）・シバ生産者」。
- 3 潮風被害にあった「海岸沿岸の緑化事業を行っている国土交通省や地方自治体」。
- 4 潮風被害にあった「海岸沿岸の緑化事業を行っている土木業者（ゼネコン等）」。
- 5 東日本大震災や潮風被害にあった「樹木（サクラは塩に弱い）の回復を行う造園業者・樹木医」。
- 6 東日本大震災で津波被害にあった「塩害水田で稲作を営む種苗業者・農家」。

【海外】

「AOH チップ」を海外の塩害対策（地球温暖化による気候変動で巨大台風が増加→高波で塩害）、乾燥地の緑化・農業（地球温暖化による気候変動→乾燥地の砂漠化の進行）に導入する。

【価格の検証】

価格の検証。事業化した場合、AOH の価格は 25g で 9,250 円。この価格は他の植物成長調節物質と比較して大差はない（例：既に市販されているオーキシシン：3,000 円/25g、サイトカイニン：8,000 円/25g、ジベレリン：150,000 円/25g）。また、ペーパースラッジ自体は無料で、炭化処理の費用は 30L で 700 円。以上のことから、AOH チップの価格は 30L・850 円（AOH：150 円分）、早期復興を目指す中、利用しやすい価格であることが分かる（導入者にアンケート済み）。

【研究の成果】

- （1）「AOH」による塩・乾燥ストレス耐性を明らかにした。
- （2）私達のアイデアで「AOH」と炭化ペーパースラッジの組み合わせ「AOH チップ」（効果的にストレス耐性を与える）を考案・開発した。
- （3）AOH チップを被災地の堤防の法面緑化や海岸保全（塩害対策）に活用・検証した（宮城県・青森県）。

【現在の取組・課題】

- （1）最も効果的に機能する「AOH チップ」の現場での検証を継続、塩害水田に導入する。
- （2）「AOH チップ」を量産化し、法面緑化等の土木業等への導入の拡大を図る。
- （3）「AOH チップ」を海外の塩害対策（地球温暖化による気候変動で巨大台風が増加→高波で塩害）、乾燥地の緑化・農業（地球温暖化による気候変動→乾燥地の砂漠化の進行）に導入する。

※平成 28 年 6 月、私達は台湾高校生へのエコ授業（チップと紙ポットを活用した緑化活動）を実施した。平成 28 年夏にはモンゴル国を訪問し、現地の高校生にチップを活用した緑化活動を紹介、チップを提供した。今後、乾燥地での緑化活動を連携して行うことになった。

※謝辞：本取組の実施にあたっては、静岡大学創造科学技術大学院 教授 河岸洋和 農学博士に大変お世話になった。心よりお礼申し上げます。