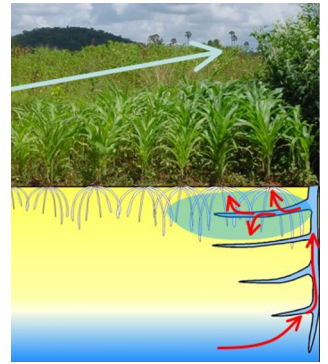


深根性植物の水圧リフト (Hydraulic lift) 機能^(注1)を活用することで、地下水を表層の乾燥した土壌へ浸透させる「植物スプリンクラー」未利用のまま地下に流出してしまう乾燥地域の降水を、大規模投資を伴わずに灌漑用水として活用する技術



▲キマメを一定間隔で植えたトウモロコシ畑の実証サイト（ザンビア共和国）植物スプリンクラー（右端の深根性植物）に近づくほどトウモロコシの生長が良好。

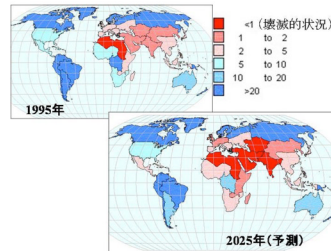
- 低ダム建設、大型スプリンクラーでの空中からの散水等、従来の大規模灌漑法の欠点である低い水資源利用効率（灌漑効率。約50%程度）や高い設備投資コストを克服するために、灌漑効率が90%程度の多数の小型スプリンクラーを設置する方法や点滴灌漑技術（ホースから少量ずつ水を滴下）等が開発されましたが、高いコストが障壁となっていました。「植物スプリンクラー」は、高い灌漑効率と低いコストを兼ね備えた新しい灌漑技術です。
- 散布する淡水に含まれる塩分^(注2)により土壌への塩類集積が起こる従来のスプリンクラーと異なり、「植物スプリンクラー」は塩類集積の回避にも寄与し、農業生産のみならず、砂漠防止や緑化事業にも役立つ低環境負荷技術として期待されます。

競合技術への強み

	単位面積あたりの灌漑設備の設置・稼働コスト	農業用水の利用効率	塩類集積を起こす可能性
(1)地表灌漑（大規模スプリンクラーによる灌漑等）	○ 比較的低い（初期投資は大きい）	△ 低い(50%前後)	△ 大きい
(2)マイクロスプリンクラー	△ 高い	○ 高い(90%前後)	○ 小さい
(3)点滴灌漑	△ 高い	○ 高い(90%前後)	○ 小さい
(4)植物スプリンクラー（本技術）	◎ (1)より低い投資で実現できる見込み	◎ 極めて高い（主に地下水を利用するので、農業用水は補助的な使用だけで済む）	◎ (2)、(3)より小さい

▲灌漑技術に関する既存技術と本技術の定性比較表

最重要課題の一つとなっています。また、開発途上国の30%は乾燥地域であり、そこでは水不足による作物の減産が著しいが、灌漑インフラは未整備な場合が多く、各農家も自力で設備を導入することが経済的に困難な状況であります。そこで、深根性植物の水圧リフト (Hydraulic lift) 機能を活用することで、地下水を表層の乾燥した土壌へ浸透させる技術の開発を行いました。その結果、地中深く根を張った植物（キマメなど）が蒸散を停止する夜間に、土壌深層から吸収した水を乾いた表層土壌に放出する現象 (hydraulic lift) を確認し、さらに表層土壌に放出された水分は近隣の浅根性作物（トウモロコシなど）にも供給されることを立証しました。この現象をうまく制御できれば、植物で植物を灌漑する「植物スプリンクラー」という新しい発想も可能となります。本研究では、深根性植物の葉を切って水の供給を促進するなど、スプリンクラーとして機能させるための基礎技術を探索し、フィールドでの検証とシミュレーションモデルによる解析を通じて、「植物スプリンクラー」の有効性と課題を明らかにしました。



▲人口一人当たり利用可能な水量（出典：Shiklomanov (1999)）

- ①高い灌漑効率：乾燥による作物生産の損失を回避するため、人類は工学的手法に基づいた灌漑設備の導入で主に対応してきました。しかし、灌漑設備の規模が大きくなるほど、農作物に利用されることなく蒸発で失われる水の割合が増加します（灌漑効率の低下）。本技術植物の根を介した地中点滴灌漑技術と位置づけられる本技術は、地域に適した土着の植物を活用できるため、高い灌漑効率が期待できます。
- ②農業用水の節減：灌漑効率を上げることにより、農業用水の節減にダイレクトにつながります。
- ③塩類集積の回避：灌漑効率の低下は水資源の浪費となるだけでなく、地表面に塩分を集積させる弊害も招きます。植物の生理機能を利用した本技術により、塩分集積を回避できます。
- ④マイクロスプリンクラーや点滴灌漑にない低コスト：灌漑効率の低下を克服する目的でマイクロスプリンクラーや点滴灌漑などの技術開発も行われてきましたが、これらは高い灌漑効率を達成できるものの、設備やその維持に費やされるコストの高さが障壁となっています。本技術は設備をいっさい必要としないため、低コストの灌漑を実現します。
- ⑤低環境負荷：土着の植物の力を利用するだけなので、環境にやさしい技術といえます。また地域に適した土着の植物を活用するため植物の生態系を崩す心配もありません

ここがポイント

近い将来、水資源の需要が供給を今以上に大きく上回り、人類の生存に深刻な問題となることが懸念されています。2025年における人口一人当たり利用可能な水量を予測すると、「壊滅的な状況」を迎える地域が大幅に増加すると言われ、まさに『水問題』はエネルギー問題と並んで、21世紀における

「論理的思考力と創造力に富んだ勇敢な知識人」を体現するものとして高く評価された。
 2007年：国内・海外を含めた3地域（島根県砂丘地・ザンビア・中国河北省）で、フィールド実証試験を本格的に展開。ただし、いくら条件の良い候補地でも海外のフィールドにずっと滞在するわけにはいかず、信頼できる現地スタッフを見つけるのが一番のネックだった。試験の結果は良好で、いずれの地域でも「植物スプリンクラー」が有効に機能することを確認できた。

■サクセス・キー

- これまでの常識（植物の根は水を吸収するためにある）のみに囚われずに、柔軟な発想を楽しんだこと。
- 冷ややかな反応が多い中であっても、賞賛の声も聞けたこと。
- 自らの力で常識を打ち破ろうとする意志を持つ共同研究者に恵まれたこと。

■ネクスト・ストーリー

本研究の実証段階はすでに終了しており、現在取りまとめを進めている研究成果を論文として公表した後、成果やノウハウをわかりやすく解説した資料をホームページなどで一般に公開し、本技術の試用を促進します。本研究成果の利用は原則自由としつつ、「植物スプリンクラー」に栄養をとられて目的とする植物の生長が阻害されるという逆効果も考えられなくはないので、適用した結果については報告を要請して事例収集につとめます。国内・海外を問わず、広く一般に本技術の試験者を募ることで普及活動と適用事例の拡張を目指し、ゆくゆくは実施箇所とその面積の広がりを見世界地図上に表示したいという希望を持っています。

- (注1) ギニアグラスやキマメ等、深根性の植物の深根が日中に深層水（地表下2m前後）を吸収し、夜間に表層付近の根を通じて乾いた表層土壌（地表下50cm前後）に放出する現象。これを用いてトウモロコシ等、一般に浅根性の農作物に深層水を供給することが可能。
- (注2) 一般に海水の塩分濃度は3%程度である一方、淡水にも塩分濃度が0.05%以下程度だが塩分が含まれており、多量に淡水を散布すると土壌への塩類蓄積が生じる。

ブレイクスルーへの道のり


2001年：研究代表者と修士学生の関谷信人氏がアフリカのザンビア共和国でフィールド実験を実施し、本研究のアイデアの源となるHydraulic Lift現象を農耕地では世界で初めて確認した。このとき、この現象をうまく活用すれば灌漑技術として応用できるのではないかと発想が芽生えた。

2002年：修士学生が博士課程に進学して新しい研究テーマに取り組むことになり、本研究は一時中断。

2004年：Hydraulic Lift現象に関する総説を執筆する際、この現象を積極的に活用するための研究を構想。共同研究者の関谷氏が根研究会学術奨励賞を受賞

2005年：平成17年度第1回産業技術助成事業公募に応募した結果採択となり、7月より研究を本格的に開始。

2006年：プランターを用いた室内実験で、植物の根を介した水の移動は当初予想していた以上に大きいことを確認。この解析を卒業論文とした学部生は、平成18年度名古屋大学総長顕彰を授与された。従来の常識に囚われない柔軟な発想に基づいて困難な課題を解決しようとする姿勢が、名古屋大学学術憲章



プロジェクトID・研究テーマ名・年度
 05A20002a [Hydraulic liftを利用した植物で植物を灌漑する技術] (平成17年度第1回公募)

代表研究者・所属機関・所属部署名・役職名
矢野 勝也 名古屋大学大学院生命農学研究所 生物圏資源学専攻 助教