

食料増産と地球温暖化阻止に役立つ地球の薬「ソムレ」

染井正徳^{1*}

2013年10月9日受付, Received 9 October 2013
2013年12月26日受理, Accepted 26 December 2013

“SOMRE”, a Growth Regulator ‘Medicine’ for the Earth to Increase Food Production and to Stop Global Warming

Masanori SOMEI^{1*}

Abstract

The growth regulator created by the author and his joint researchers, SOMRE #1, is very effective at increasing the crop production of various food plants. It is being and has been successfully applied to the growing of plants in the Gobi Desert in China under natural conditions. It could be a promising, concrete, and viable technique for greening deserts and for stopping global warming.

Key Words: food production, plant root promoter, SOMRE#1, greening Gobi Desert, global warming
キーワード: 食料増産, 植物根成長促進剤, ソムレ, ゴビ砂漠緑化, 地球温暖化

I. はじめに

著者は、1976年に金沢大学薬化学研究室に赴任後、食料増産、砂漠緑化を夢見て、植物の根の成長促進剤の開発を試みた。そして、イネや2, 3の野菜で目的通りの作用を示すソムレ (SOMRE, 甦群列) 化合物群を手中にできた (Somei *et al.*, 2007)。さらに実際に中国内モンゴルのゴビ砂漠で、ソムレを用いてその効果を試し、砂漠緑化に有望な物質であることを見出した。その経過については、著者の総説や論文中に記載してある (高場, 2005; 染井, 2008a, b; Somei, 2008c)。

本資料は、前述文献の内容を補い、これまでに未公開であった様々な野菜や作物、漢方生薬にソムレを応用・展開した結果や (染井, 2013)、石川県の小

舞子海岸でのクロマツ植林や倉ヶ岳のドングリの発根結果等にも言及する。またゴビ砂漠での緑化活動 (Somei, 2011) およびその成果に基づき、ソムレ処理種子を飛行機でゴビ砂漠に空中散布した世界初の試み、その問題点等を詳しく紹介する。加えて、インドへ展開中のプロジェクト、アフリカへの展開の可能性等、現時点までのその後のソムレ技術の進展状況と将来への展望を簡潔にまとめたものである。

II. 研究の動機と方針

著者は、太平洋戦争直後の食糧難を幼児の頃体験した。このひもじい思いが、食料の増産という研究、“夢”、の動機となった。

食料は、動物性、海洋 (水) 性、植物性の3種類に

¹金沢大学環日本海域環境研究センター臨海実験施設 〒927-0553 石川県鳳珠郡能登町小木ム6-1 (Noto Marine Laboratory Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University, 6-1 Ogi Mu, Noto-cho, 927-0553 Japan)

*連絡著者 (Author for correspondence)

分類できる。それぞれの増産を実現するためには、動物の繁殖促進、動物や魚類の健康な骨の育成、植物の成長促進を可能とする3種の新規な技術を開発する必要があった。30年間の研究の成果として、著者らは、動物の繁殖促進技術としてアシルトリプタミン類 (Yamada *et al.*, 2009 ; Somei *et al.*, 2011), 骨芽細胞活性化技術として新規メラトニン類 (Suzuki *et al.*, 2008a, b ; 鈴木, 2012) の開発に成功した。さらにソムレ化合物群も開拓できた (Somei *et al.*, 2007)。したがって現時点で、上述の3種の新技術・解決策をほぼ開発できたと考えている。

本稿では植物性食料増産を達成しつつ地球温暖化阻止の可能性を持つ、具体的かつ実施可能な技術として、ソムレ(甦群列)化合物群について紹介する。植物の成長を考える際に、著者らは研究方針として、当初から地下部に注目した。遺伝子操作はせずに、植物が本来持つ、根(茎)の成長能力を存分に引き出す、低分子量物質群(A)が存在すると仮定した。Aの作用により、太く長くなった根(茎)は、植物個体をしっかり支持しつつ、土壌中から成長に必要な栄養分等を、通常よりも多量に吸収できる。その結果、地上部の繁茂をもたらす光合成がより一層促進され、果実の増収が期待できる。また増量した光合成産物は、根(茎)の成長を促進し、根(茎)作物の収穫量の向上をもたらす。かくして1個体あたりの収穫量が増大する。さらにAが、種子の発芽・発根率を高める作用を持てば、食料増産、植物成長促進の“夢”を実現する具体的な技術になると考えた。

Ⅲ. 発端

金沢大学に赴任直後から、夢の物質群(A)を得るための、探索・合成研究を開始した。先ず植物成長調節剤としてWent (1926), Kögl (1931) らにより発見されたIndole-3-acetic acid (IAA) の新規誘導体群の合成研究から着手した (Somei *et al.*, 1985)。一方、著者の提唱する1-Hydroxyindole仮説 (染井, 2008a) と、Tryptophanの代謝産物から安全な薬を作るという思想 (Somei, 2008c) との融合から、IAAが生体内で代謝されて生成するIndole-3-carbaldehyde誘導体群に焦点を絞らせた。その結果、ついに目的の機能を持つソムレ化合物群の開発に成功した。ソムレ化合物群としては、1号(図1)から40号まで

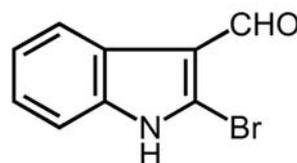


図1 ソムレ1号。
Fig. 1 SOMRE#1.

開発し、それぞれが特徴ある生理作用を持つこと、さらに植物種が変わると、根を最長にするためのソムレの種類も変わり、また適切な濃度も変動することもわかった (染井, 2008b ; Somei, 2011)。

当初濃度の高いソムレ22号を用いた試験では、期待した結果はでなかった (Somei *et al.*, 2007)。ところが、3.0ppmの濃度で使うと、イネ(日本晴)種子の発根試験において、根長が対照と比較して、1.68倍も長くなることを見出すことができた。こうして最初の一步を踏み出すことができた (染井, 2008b ; Somei, 2011)。

特にソムレ1号が、最も簡単に合成できる上に、多種、多様な植物に適用可能であることがわかったので、本総説では、主としてソムレ1号を使用して得た実験結果に絞って紹介したい。

Ⅳ. ソムレ1号の安全性

ソムレ1号は、1.0ppm~0.001ppm (1.0ppb) 水溶液として使用する。ヒメダカを1.0ppm水溶液中で11ヶ月間飼育しても、元気に泳ぎ回っている (染井, 2013)。後に述べる砂漠緑化の際に育った植物が、虫やネズミ、ウサギ、山羊による食害に会っても、食した昆虫や動物、山羊に何の影響も認められていない (染井, 2008a, b)。動物や山羊は、むしろ元気になる。また多数の作業者が、種や苗木の根を浸漬する作業において、4~5時間にわたって、液中に手を浸けていることになるが、その後皮膚には何ら不都合はなく、きれいになる効果が認められた (染井, 2013)。これらの事実からソムレ1号は安全であると判断している。

V. 一般的な実験・実施方法（染井, 2008b, 2013）

植物について全くの素人なので、「土の学校」に1年間通い、野菜や作物の育て方を学習して修了書を戴き、次の一般的な実験・実施方法を確立した。種子の浸漬時間に関しては、種皮の硬軟、厚さ薄さにより時間は変動するが、通常はソムレ水溶液に約1時間浸漬した後、種子を取り出し畑に撒く。ポット苗の場合には、苗がひからびた状態になるが、ポットの土が自然乾燥するまで待ち、次いでポット全体を、ソムレ水溶液および対照実験として煮沸脱塩素水に充分浸す。約1~3時間後に苗が元気になったところで、畑に植え付ける。砂漠や荒地への応用を念頭においているので、畑はあるがままの状態で使用し、畑では、農薬は一切使用せず、施肥しない。2年目からも、可能な限り最小限量の肥料を使用した。また連作障害も考慮し、同じ畑への同種の植物の植付けは、3年間の猶予期間を設けた。

VI. ソムレの応用

1) 食用作物、野菜等への応用（Somei, 2011; 染井, 2013）

ソムレ1号で処理すると、アスパラ、イチゴ、オカワカメ、オクラ、カブ、キャベツ、キュウリ、小松菜、牛蒡、サツマイモ、ジャガイモ、スナップインゲン、ズッキーニ、大根、チンゲン菜、茶豆、ツルムラサキ、トウモロコシ、トマト、茄子、長芋、ナタ豆、ブロッコリー、落花生、ルッコラのいずれもが、対照よりも良く育ち、1.1倍~1.5倍の増収となった。

ジャガイモ（トウヤ）の例を、図2, 3に示してある。種芋の芽を水処理した左畝とソムレ水溶液処理した右畝の栽培中の生育状況は、図2に示す顕著な違いが見られた。収穫すると、ソムレ処理ジャガイモでは、1個体あたりの芋の平均収穫数および芋1個当たりの平均重量は、それぞれ対照と比較し、2倍、1.49倍と増収した。各個体を掘り出し、根の状況の1例を図3に示す。ソムレ処理により、根の密集度が高くなり、主根の長さ（98cm）は対照（30.5cm）と比較し、約3倍にもなることがわかった。この成長した根の違いこそが、X章に記載した根の役割の増強につながり、増収の重要要因になったと結論できる。



図2 育成中のジャガイモ（左畝：種イモを水処理. 右畝：種イモをソムレ処理）.

Fig. 2 Growing potato (left: control, right: SOMRE).

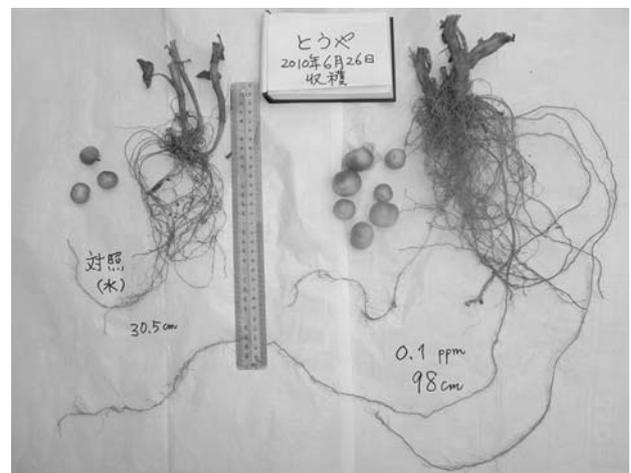


図3 ジャガイモの根長差（左：対照. 右：ソムレ）.

Fig. 3 Difference in root length (left: control, right: SOMRE).

サツマイモ（紅赤）では、さし苗を水（対照）およびソムレ水溶液に1時間浸漬後、

畑に植付け、自然条件下放置した。収穫の一例を図4および5に示す。両図では、30cm物差しの大きさをほぼ同じ大きさにしてあるので、芋の大きさの違いが良くわかる。対照図4と比較して、苗をソムレ処理すると図5のように著しい収穫増になることがわかる。平均重量で約2.5倍も増収した。通常は図4のように、芋は一か所に群れて育つ。図5では、主芋からさらに三方にかなり太い根が約1mも伸びていて、その先端にも芋が成長するという、注目すべき事実がわかった。

イネ（日本晴、コシヒカリ）、ムギでもソムレ使用により、種子の発根率は高まり、根長も対照より1.1

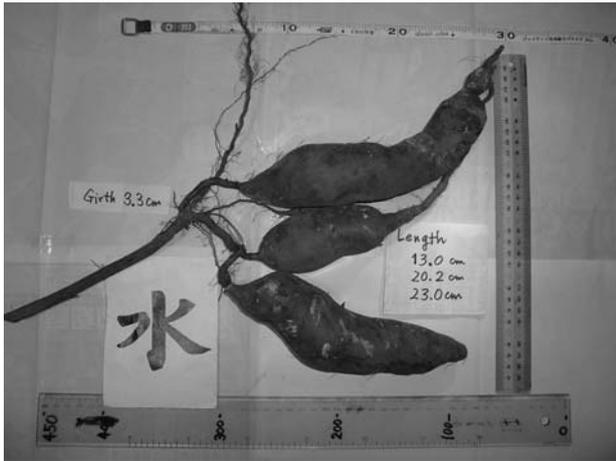


図4 サツマイモ (対照).
Fig. 4 Sweet potato (control).

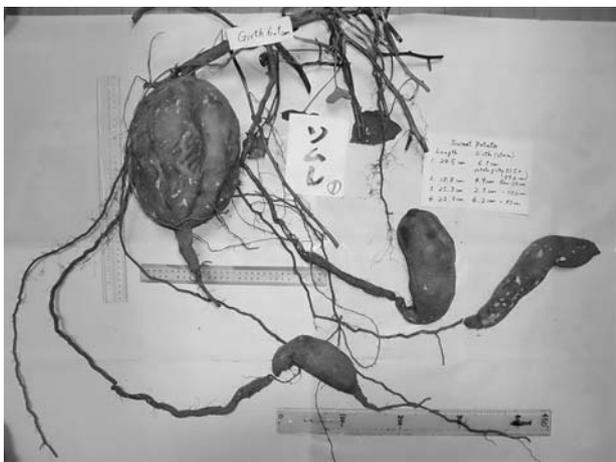


図5 ソムレ処理したサツマイモ (ほぼ同じ縮尺の30cm物差しと比較し、ソムレによるイモの増大効果がわかる).
Fig. 5 Sweet potato treated with SOMRE. In comparison with the 30 cm ruler of the about the same reduced scale, the increase effect of the potato by SOMRE is clear (compare Figs. 4 and 5).

倍～1.5倍も伸長することがわかり、今後収穫量の比較実験をしたいと思っている。農家の人に試験して戴いたズッキーニでは、200本栽培し、対照は1本あたり平均果実が23～25本なのにソムレ処理で平均40本収穫という大豊作になった。

ソムレ1号は、アブラナ科植物が病原菌や虫に対して自ら体内で生産する防御物質、Phytoalexin、の母核を持つので、同様の作用を持つと期待できる。図6にその実例を示す。ポット苗を使い、ソムレ処理したチンゲン菜は、対照と比較して大きく育てている。注目点は、対照群が虫害を受けて、葉に穴が点々と

あいているのに反し、ソムレ処理群はきれいな葉のままである。他の野菜の場合でも、畑で並べて栽培すると、何時も対照群が先に被害を受け、その後に、ソムレ群が被害を受けるという傾向がある。この現象は、ソムレ液に浸漬した根から吸収されたソムレ1号分子の効果ではなく、ソムレにより根が張り、大きくかつ健康になった各個体中において、自ら作り出すPhytoalexinの絶対量が増加したためと推定している。

図7は、トマトの例である。ポット苗を3個ずつ使用して、庭に植え付けして44日後の生育状況である。



図6 対照チンゲン菜 (左) が害虫に蝕まれ穴だらけの様子がわかる。
Fig. 6 The control qing-geng-cais (left) are undermined by pest and insects, and are full of holes. While SOMRE-treated plants (right) are healthy.



図7 成長中のトマトの違い (左3本：対照、右3本：ソムレ).
Fig. 7 Difference in growing tomato (left 3 plants: control, right 3 plants: SOMRE).

左側3本が対照，右側3本がソムレ処理苗で，莖長で約1.7倍の成長差が出ている。収穫すると，トマトの果実の個数，果実1個当たりの平均重量は，対照を100%として，それぞれ188%，110%であった。さらにトマトの味は，対照に比べ，ソムレ処理の方が，遥かにおいしかった（5人による盲検結果）。ソムレ処理に一般的に認められる特徴は，果実をおいしくすることである。甘くなるのではないので，アミノ酸含量について今後検討したい。

この増収と味の差の原因を探るため，根を掘り起こしたところ，対照根の27.5cmの深さでの平均根囲りは1.67cm，一方ソムレ処理根の深さ59cmでの平均根囲りは2.40cmであった。根の太さ，長さにこのような格段の差があるため，地中から吸収する栄養分やミネラルの量に大きな差が出るのであろう。

2) ドングリ

著者は，石川県のほぼ全ての山に登った。どの山も荒れていて，マツは枯れ，観音山ではコシアブラの木が根こそぎ倒れていた。宝達山では，杉が非直根性のため，雨の際にがけ崩れを防げずに，沢に沢山転がり落ちていた。

倉ヶ岳で，2007年12月1日，山道でコナラのドングリを20個拾った。10個ずつ2群に分け，それぞれをシャーレ中，水（対照）およびソムレ1号1.0ppm水溶液に浸漬して室温5～15℃で18日間放置した(図8)。ソムレ群から6個，対照群から5個発根した種子のそれぞれを，別の植木鉢に植えて戸外に置き，雪や雨

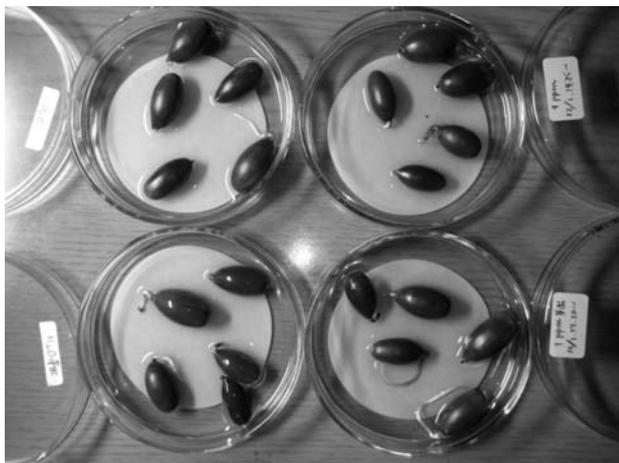


図8 ドングリの発根試験（左上下：対照，右上下：ソムレ）。

Fig. 8 Acorn, rooting test (top and bottom left: control, top and bottom right: SOMRE)



図9 成長中の幼苗（左：対照，右：ソムレ）。

Fig. 9 Growing seedling (left: control, right: SOMRE).



図10 成長した苗（左：対照，右：ソムレ）。

Fig. 10 Young plant (left: control, right: SOMRE).

が降る自然条件下に放置した。4月30日，対照群は全滅していたが，ソムレ処理群は6粒全部が活着し，苗に成長した(図9)。5月9日には6本とも立派な苗に成長したので(図10)，倉ヶ岳に運び山に返してあげた。ソムレにより石川県の山の木々の再生を計れると期待している。

3) クロマツ

日本は海に囲まれ護岸目的や景観の維持にマツは欠かせない樹種である。アカマツよりも耐虫性が強いクロマツの方が，今後需要が伸びるであろう。しかしその苗木の生産・供給に問題があるので，石川県林業試験所の協力のもと，白山市小舞子海岸，加賀市新保海岸砂地でソムレ1号の20.0，1.0，0.05ppm

溶液を用いて植林および播種試験を行った（石田，2010）。その結果，発芽率向上および根茎の成長促進効果を発揮する可能性が認められたが，顕著な差はでなかった。

その後，クロマツ種子の発根試験を試みた。マツの種皮は固いので，ソムレ液に0.1-0.001%のエタノールを混ぜたりして何度も試みた。その結果，発根率および育った根の長さは，1.0ppmから濃度が希釈されるにつれて良くなり，0.001ppmで最高の結果を与えた。例えば，シャーレ中で各液に種子を，11日間浸漬したまま16-24°Cで放置し，発根させた種子を取り出した結果が図11に示してある。それぞれの濃度における発根率，平均根長は，対照40%，100%（比較の基準）；1.0ppm 40%，170%；0.1ppm 80%，333%；0.01ppm 90%，355%；0.001ppm 90%，384%であった。これらの結果から考察すると，石川県の海岸砂地での播種試験は，0.001ppmで実施すべきであったとわかる。

ソムレ1号を使えば，クロマツ種子から沢山の苗木を生産し，石川県のみならず日本全国の海岸線を保護し，また山々に健康な緑を取り戻すために必要となる多数のクロマツ苗木の供給が，可能になると期待している。さらに，ソムレの効果で，1個体ごとに根が太くしっかりと土中に張れば，防砂，防潮，防風等の役割を従来よりも効率よく果たせる可能性がある。

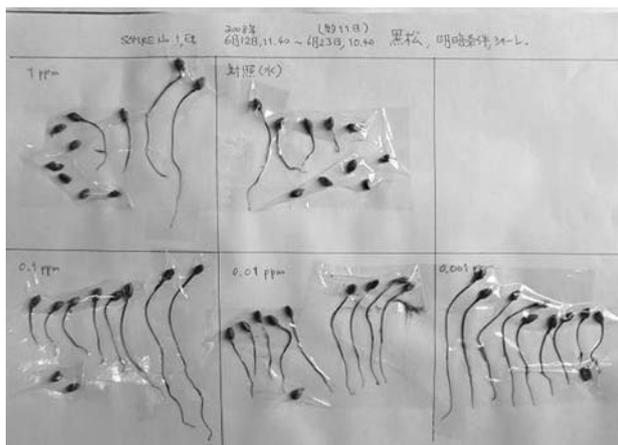


図11 クロマツの発根試験（中央上：対照，左上：ソムレ1.0 ppm，左下：ソムレ0.1 ppm，中央下：ソムレ0.01 ppm，右下：ソムレ0.001 ppm）。

Fig. 11 Rooting test of Japanese black pine (top center: control, top left: 1.0 ppm, bottom left: 0.1 ppm, bottom center: 0.01 ppm, bottom right: 0.001 ppm).

4) ジャトロファ

食料であるトウモロコシを原料にして，大規模にエタノール生産が行われているが，世界的に食料不足の中，トウモロコシを食料にするのか，エネルギー原料として使うのか，社会問題化している。一方，ジャトロファは，その種子を絞ればジーゼル油を生産できる。この油には毒性物質が含まれているので食料にはならない。ジャトロファの種子からバイオジーゼル油を作る方法は，食料から油を作るわけではないので，不足するエネルギー問題の一つの解決策と考えられ，やせた土地で育てても，種子を多量に増産するための技術が求められている。

そこでジャトロファの種子に対して，ソムレ1号を試してみた。ジャトロファ（品種インドネシア12）では，発根・発芽率は，対照，ソムレ1.0ppm，0.1ppmでそれぞれ62%，87%，100%であり（図12），品種ブラジル1では，対照，ソムレ1.0ppmのそれは，25%，87%であった。

6月18日，発根種子を畑に撒き自然環境下に放置すると，ソムレ処理種子から育った苗が対照よりも優勢かつ順調に育ち，10月21日には，著者の肩の高さ迄に成長した（図13）。11月21日，花芽形成（図14）段階まで進んだが，寒くなりはじめ結実には至らず，12月に枯れ始めた。根が太く深くまで伸長しているので，越冬し春に芽を出し，耐寒性種の生成を期待したが，50本全て死滅した。しかし，熱帯で栽培すれば，増収が大いに期待できる。

参考までに，冷気温に弱いハヤトウリの場合には，



図12 ジャトロファの発根試験（左：1.0ppm，中央：0.1 ppm，右：対照）。

Fig. 12 Germinating test of *Jatropha curcas* (left: 1.0 ppm, center: 0.1 ppm, right: control).



図13 成長中のジャトロファ（ソムレ処理, 150cmの高さになる）。

Fig. 13 Growing *Jatropha curcas*. SOMRE treated plant reaches 150 cm in height.



図14 花芽形成。

Fig. 14 Flower buds formation.

ソムレ処理群も対照群も共に、地上部は冬の雪と低温で凍死した。対照群は越冬できなかったが、ソムレ処理群は、翌年春に土中から芽を出して越冬に成功し、夏から秋にかけて繁茂した。この違いもまた、地中深く迄伸長した根のお蔭であると考えている。

Ⅶ. 中国, 内モンゴル, ゴビ砂漠緑化の試み

1) ゴビ砂漠の状況 (染井, 2008b; Somei, 2011)

樹木が生育できるか否かの境界線は、年間降水量が200~250mmという説が常識である。ゴビ砂漠(アラ善盟)の年間降雨量は、約100mmであり、タクラ

マカン砂漠では数mmしかない。したがってこの地域では植物は育たず、一木一草も無い流動砂丘が見渡す限り波打って広がっている。このゴビ砂漠とタクラマカン砂漠が黄砂の発生地で、ここから東(北京)側に向かって年間約20kmの速さで砂漠化が進行している。

砂漠の地下, 100mの深さには地下水がある。近年、緑化や農業を行うため、灌漑用の井戸を掘り、地下水を汲み上げて散水する試みが各所で進み、この5年ほどで約150mの深さまで地下水面が下がっている。確実に地下の砂漠化が進行している。地表に散水する技術は、地下水に溶けた塩分の地表面への蓄積をもたらし、不毛の砂漠に、さらに塩分集積というおまけを追加する。人類はウズベキスタンやインドで、豊かな穀倉地帯を不毛の塩の大地に変えてしまった本技術の歴史を思い起こすべきである。

地下水面から、水は地表面に向かって毛細管現象、蒸発等により上昇移動していき、地表面0%, 地下水面100%という、地面の深さに対して、水の濃度勾配ができ上がっている。その結果、ゴビ砂漠では、地表面から約30~50cmの深さの砂層には、約1%(w/w)の水分がある。

一方、過去に砂漠に自生していた植物は、子孫を残すべく命を埋土種子として残し、再生の望みを託している。埋土種子は降雨を契機に発根を開始し、次の乾期迄の短い期間に、生きるために懸命に根を伸長させる。しかし一木一草も生えていない流動砂丘を緑化できない三つの理由が、中国の大学研究者、砂漠緑化の専門家、技術者、政府関係者等により主張されている。

1. 高さ5m以上の流動砂丘では、種まき, 植林を、従来既知の如何なる方法(植物成長調節剤, 保水剤, 草方格等の使用)を用いても、これまでに誰も成功していない。
2. 高さ5m以上の流動砂丘では、表面から20cmの深さまでに存在する種子や植物は、強い風により、砂嵐成分として、根こそぎ吹き飛ばしてしまう。
3. 短い降雨期間に、種子はどんなに頑張っても、根を20cm以上に伸ばせず枯れてしまう。万が一活着しても20cmの根長では、山羊に根こそぎ食べられ、風で飛ぶ。

したがって植物は育つことができず、緑化は不可

能である。

しかしこの地域の砂漠を緑化できれば、黄砂が止まる。広大な面積で植物が育ち、二酸化炭素を吸収し始め、温暖化効果ガスの減少をもたらす。植物で覆われた砂漠表面温度は下がりはじめ、やがて雲を呼び、雨をもたらし、ついには地球温暖化を抑制できる。食料基地に変えることも可能であろう。この不可能を可能にする唯一の解決策は、短い降雨期間に根を約30～50 cmに伸長させ、根を水分の存在する深さの砂層まで成長させ、乾期に枯死、厳冬期に凍死させない技術の開発如何にかかっている。

著者らは、根長促進栄養剤としてソムレを開発済だったので、金沢のNPO法人「世界の砂漠を緑で包む会」および中国側では、内モンゴル阿拉善盟の「黄河文化経済促進会」の協力を得て、2005年から、ゴビ砂漠（阿拉善盟）に緑化ボランティアとして出かけた（高場，2005）。

著者らは、現地自生の植物のみを用いて緑化を実施するという哲学に固執している。何故なら、外来植物を持ち込んで緑化に成功したら、それは現地の環境を破壊することに成功したことを意味するからである。さらに前述の理由から、灌漑法は採用せずに、水資源は雨のみ、即ち自然条件下での緑化に取り組んでいる。

したがって、使用する樹種は、耐乾性、耐寒性、耐塩性等も考慮して、花棒 (*Hed ysarum scoparium*)、沙拐棗 (*Calligonum alaschanicum*)、梭梭 (*Haloxylon ammodendron*)、冬青 (*Ilex L.*) 等としている。また、人間に役立つ甘草 (*Glycyrrhiza uralensis L.*)、肉蓯蓉 (*Cistanche deserticola*) 等の植物を選定して、これらの種子の発根・発芽実験も開始した。

2) ゴビ砂漠、流動砂丘で、現地自生植物を育てる (染井, 2008a, b, 2013; Somei, 2011)

ゴビ砂漠での最初の実験で、ソムレ1号が、花棒、沙拐棗の発根率を向上させることがわかったので、7月22日、花棒種子を1時間ソムレ液に浸漬後、半固定砂丘に用意した実験用の畑に撒き、自然条件下に放置した。9月23日掘り起こした結果を図15に示す。対照根が軒並み約19cmしか伸びなかったのに反し、ソムレ処理群の根は、約53cm以上に伸長していた。

再現性を確認しつつ、次の段階として、花棒の苗木を2,700本用意した。ソムレ液が足りなかったため、

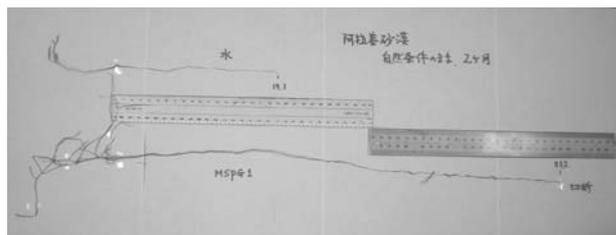


図15 砂漠での花棒種子発根試験 (上2本: 対照根長 (19.1 cm), 下: ソムレ処理根長 (53.2 cm)).

Fig. 15 Growing test of *Hed ysarum scoparium* on sand dune (top 2 roots: control (19.1 cm in length), bottom root: SOMRE (53.2 cm in length)).



図16 花棒の苗木、先端部をソムレ液に浸漬。

Fig. 16 Soaking root top of nursery *Hed ysarum scoparium* into SOMRE solution.



図17 流動砂丘に苗木を植林。

Fig. 17 Planting nursery plants at a flow dune.

苗木の根先端部のみをソムレ溶液に30分間浸漬した (図16)。その後、二人一組になって砂丘に穴を掘り、2本ずつ対にして植林して (図17)、自然条件下に放

置した。1年7ヶ月後、現地の副知事、役人、大学の専門家等の立会いの下、調査した同じ場所での成育状況が図18である。

花棒の成長は早く、きちんと2列になって成木となっている。花棒の木を中心に埋土種子や風で飛んできた種子から様々な草や木が育っている。生態系の回復は早いもので、驚いたことに、沢山の種類の昆虫や蛾、ネズミが住むようになり、ウサギまでもが跳ね回っていた(図19)。

寧夏大学の専門家による活着率の判定では、従来法を用いた最良結果である78.3%を超えて、87.6%に改善され、現地の新聞を賑わせた。種子の価格は、イネやコムギなどの作物の数倍もするので、このまま成長し種子を大量に供給できることを期待している。将来はこの地区を中心とする種子の採取セン



図18 1年7か月後.

Fig. 18 One year and 7 months later.

ターを構築して、中国全土の緑化に必要な種子の供給に役立てることを夢見ている。

ところで、流動砂丘の緑化を不可能にしている三つの理由は、前述の通りである。著者らのソムレ技術は、現地の砂地、半固定砂丘での多くの基礎実験も経て、これらの3つの不可能な理由を既に解決していることを確認できた。したがって次に、流動砂丘の緑化を目的として、世界初の、ソムレ浸漬種子の投げ撒き実験を試みた。

花棒、沙拐棗の種子を、1:1に混合した後、ソムレ1号、1.0ppm水溶液に予め1時間浸漬した。その浸漬種子を、ボランティアの各人が小桶に入れて持ち、流動砂丘上に横一列に並んだ(図20)。掛け声とともに浸漬種子を空中へ放り投げながら前進して、2007年5月、3万粒を撒いた。非常識と言われたこの実験



図20 ソムレ浸漬種子を流動砂丘に投げ撒く.

Fig. 20 Sprinkling SOMRE-treated seeds onto flow dune.



図19 帰ってきたウサギ.

Fig. 19 Ecosystemic recovery, of a rabbit.



図21 2ヶ月後活着した花棒.

Fig. 21 Rooted *Hed ysarum Scoparium*, 2 months later.

の2ヶ月後の8月の調査では、乾期を乗り越えた花棒、沙拐棗取り混ぜて30本が活着し、幼木となり成長中であった(図21)。ソムレ液に種子を漬け放り投げるだけという、簡単な技術と方法で、従来の活着率は0%であったのに、0.1%に改善できた。現地の人々にとって、0%でないという、驚愕すべき結果を得ることができた。

中国側の関係者は、次の段階として、ソムレ処理した種子を粘土団子に加工することに同意し、加工器を用意してくれた。粘土と砂の割合、ソムレ液の含ませ方等、検討要因は山ほどあったが、それでも一発勝負しかない。ソムレ液浸漬種子を内包する直径約1.0cmの粘土砂団子を25,700粒作った。2008年5月、ボランティアの協力を得て、前述と同じ手法で、流動砂丘に投げ撒いた。同年10月、約4.5ヶ月後、多くの関係者と共に調査したところ、うれしいことに、127本の幼木が、一木一草も無かった流動砂丘で育っていた。活着率は一気に、0.5%に改善された。

3) 世界初、ゴビ砂漠にソムレ浸漬種子を飛行機から空中散布実施(染井, 2013)

現在世界の陸地の約1/4(36億ha)が砂漠とって良い。これほどの広さの土地を緑化することが、穴を掘り一本一本植林し、水をかける手法で、可能だろうか? 唯一可能な方法は、飛行機から種まきをする方法しかないと断言できる。流動砂丘での投げ撒き実験は、飛行機播種を想定した予備かつ基礎実験として実施したものであり、ソムレを利用すれば、従来法では不可能であった流動砂丘の緑化が夢物語では無くなったことを証明している。

これらの実験に立ち会い、著者自身が目で確認した。内モンゴル政府、行政、軍関係者、金沢のNPO法人「世界の砂漠を緑で包む会」、「黄河文化経済促進会」等多くの方々のご協力を得て、念願であったソムレ浸漬種子の飛行機播種を2010年6月20日に実施できた。

図22は、ソムレ浸漬種子を飛行機に積み込んでいる所であり、図23は、空中散布に向かって離陸する瞬間である。アントノフ2型の複葉機ではあるが、低空飛行での安定性は高く、またGPS装置も積まれている。したがって、正確に散布地域を特定できる。半固定砂丘上空から、徐々に流動砂丘上空に移動しながら、90haに空中散布した。飛行機が頭上を通過



図22 ソムレ浸漬種子の積込。

Fig. 22 Loading SOMRE treated seeds.



図23 空中散布のため離陸。

Fig. 23 Taking off for aerial dispersion.

するときには、下で見守る著者らは、小雨のように降ってくる種を浴びた。対照区は270haで、飛行機は一日かけて散布のため飛び回っていた。この結果は、2014年に調査することになっている。

この実験も、またまた一発勝負で実施せざるを得なかった。ソムレ液を作るために必要な大量のお湯を沸かす容器も無く、何とか工夫したが(図24)、望みの1.0ppm濃度になったのか? 液で濡れたままの種子では空中散布できないとの理由から、ざるでろ取した後(図25)、広場のコンクリート面上に広げて、暑い日中、長い間約45°C程で乾かしたこと(図26)、容器不足により、十分に浸せなかった種子が多量あること、そのまま一晩放置して翌日散布したこと、粘土団子にしなかったこと、などなど、次回に向けて多くの検討課題が明らかになった。たとえ今回の試みが失敗であったとしても、繰り返し実行することにより、必ず緑化に成功すると信じている。



図24 ソムレ結晶を熱湯に溶かす。
Fig. 24 Dissolving SOMRE crystals to heated water.



図25 種子をろ取。
Fig. 25 Filtration of seeds.



図26 浸漬種子の乾燥。
Fig. 26 Drying of the soaked seeds.

雑草で、1年ごとに砂漠表面を覆い、その間に花棒、沙拐棗などの灌木の成長を待つ方法が良い、と著者は主張しているが、1年草であるという理由から、中国側では取り合ってくれない。ソムレ技術を砂漠自生の雑草に是非試してみたい。

VIII. 漢方薬用生薬の育成実験（染井, 2013）

日本の漢方生薬の原料は主として中国から輸入し、中国依存度は生薬の種類によるが80~100%である。中国政府は薬草の乱獲、生産地の砂漠化を防ぐため、資源植物の保護のため、生薬の輸出制限を始めている。強化される輸出制限は、漢方大国日本の生薬調達を直撃しつつある。日本で、いや望む国ならどこに於いても、漢方生薬の生産を可能とする技術の開発が待たれている。

ソムレはこの問題の解決策になると信じ、医薬のみならず化粧品や医薬部外品、ドリンク、菓子などにも配合され、日常生活に欠かせない生薬である甘草の育成試験をゴビ砂漠（アラ善盟）で実施した。苗木の根をソムレ1号（1.0ppm）水溶液および水（対照）に1時間浸漬し（図27）、砂地に溝を掘って（図28）植え付け、自然条件下に放置した。1年3ヶ月後、ソムレ群はほぼ全ての苗木が順調に育っていたが、対照群はまばらだった。2010年6月19日（2年1ヶ月後）、顕著な成長差が見られ、それぞれ一部を掘り出し根を観察した。図29から明らかなように、対照根の直径は0.8cm、ソムレ処理根の直径は1.2cmであり、ソ



図27 甘草苗の浸漬（左：ソムレ液、右：対照（水））。
Fig. 27 Soaking nursery plant of Glycyrrhiza (left: SOMRE, right, control (water)).



図28 植付溝の作成.

Fig. 28 Making ditch for nursery plant.



図30 甘草種子の前処理 (上: 未処理種子, 左下: カッターで一部切除した種子, 右下: 切除された種皮).

Fig. 30 Preprocessing of Glycyrrhiza seeds (top: seeds, bottom left: seed's coats are partly removed by a cutter, bottom right: removed seed coat).



図29 甘草の根の比較 (左: 対照 (直径0.8cm), 右: ソムレ (直径 1.2cm)).

Fig. 29 Comparison of Glycyrrhiza root (left: control, right: SOMRE).

ムレ処理により太く長く成長していた。引き続き成長を見守っている。

次に、特定非営利活動法人モンゴル甘草の会より戴いた甘草種子を用いて、難しいとされる発根試験を試みた。前処理として、硬い種子の種皮の一部を、カッターで切除 (図30) またはヤスリで擦過傷をつけた種子を作成した。その内の5種子ずつを、種々の濃度のソムレ液、水 (対照) に2時間浸漬した後、苗床に撒いて13日間育て、掘り出して根長を比較した。

上段がカッター切除、下段がヤスリでの擦過傷種子から育った苗である (図31)。明らかにカッター切除法が良い結果を与えている。また発根率は、対照が60% (上段左端)、ソムレ0.01ppmが100%であり (上段中央)、平均根長に関しては、対照を100%とするとソムレ0.01ppmで186%であった。かくしてソムレ

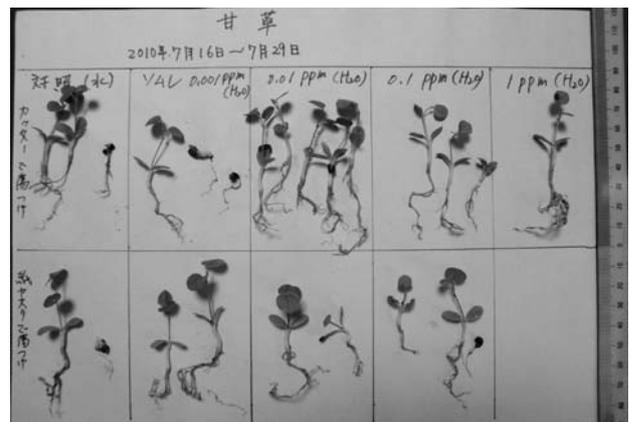


図31 発根した甘草苗 (上段: カッターで一部種皮を切除した種子からの苗, 下段: ヤスリで傷つけた種子からの苗, 左端: 対照, 中央左: 0.001ppm, 中央: 0.01ppm, 中央右: 0.1ppm, 右端: 1.0ppm).

Fig. 31 Glycyrrhiza seedlings from seeds (top five groups: from coat removed seeds with a cutter, bottom four groups: from the injured seeds with a file, left-side end: control, center left: 0.001 ppm, center: 0.01 ppm, center right: 0.1 ppm, right-side end: 1.0 ppm).

は、甘草の種子発根率を高める上に、根長も伸ばさせることがわかった。

ソムレは他の生薬例えば、イノコヅチ、トウキ、ミシマサイコ、シナレンギョウ、ジギタリス、肉蓯蓉に対しても、成長促進効果を示した。ソムレが、漢方薬生薬の増産に貢献できる可能性を示せた。ソムレで大きく成長した生薬に含まれる有効成分量が、対照のそれと比較して増量しているか否かは、今後の重要検討課題である。

IX. その他の国への展開を夢見て（染井, 2013）

1) インド, ロシア

インドへの展開も試みている。ソムレ1号は、インド野菜との相性も良く、インドの農家が予備実験として試みた7種類全ての野菜、作物等で、対照よりも根長を著しく成長させ、収穫量も向上させた。バナナとパイナップルでも増収効果が認められた。

これらの結果に基づき、再現性の確認と農家が実際に実施する標準法を確立するために、2013年現在インドでの大学、公的機関、多くの農家の協力を得て、ソムレプロジェクトが研究室および耕作地で並行して進行している。

収穫まで検討したものは、イネ、Bottle Gourd（ユウガオの一種）、Maharani 36" Long（ササゲ、豆）であるが、いずれも対照より良い結果を与えている。イネは再実験の結果を待っているところであるが、Bottle GourdとMaharani 36" Longの果実を（図32）に示す。左側が対照で、右側がソムレ処理の結果で、ササゲが細長い紐状、ユウガオが太い円筒型の果実である。対照を100%として、ソムレ処理ササゲ、ユウガオ、それぞれの平均長は180%、176%であり、平均重量は、330%、174%と増収が認められた。関係者の努力が実って、貧しいインドの食糧事情の改善まで進展させて、多くの人々を救えることを願っている。

一方、ニームは古代インドの「アーユルヴェーダ」において、重要なハーブとして知られている。人間

の病気を治し、抵抗力を持つ体を作るとして、傷口に塗る、お茶として飲む、など日常生活で様々に使われている。さらに、益虫にも人畜にも無害な上に環境汚染を発生させないで、害虫を寄せ付けないことから、有機農業や無農薬やオーガニック栽培にも利用され、注目されるようになっている。

ニームにソムレを試してみた。ポット苗を買い、一般法に従いソムレ1.0ppm水溶液と水に1時間浸した後、畑に植えた。図33は、植付後約2週間後の育成状況である。対照と比較しソムレの効果が表れ始めている。時間の経過と共にその差はますます開き、2ヶ月後、ソムレ処理の方は大きな木に成長した（図34）。この木も寒さには弱く、著者の庭で低温かつ雪



図33 ニーム苗植付2週間後（左：ソムレ、右：対照）。

Fig. 33 Growing Neem 2 weeks after planting (left: SOMRE, right: control).

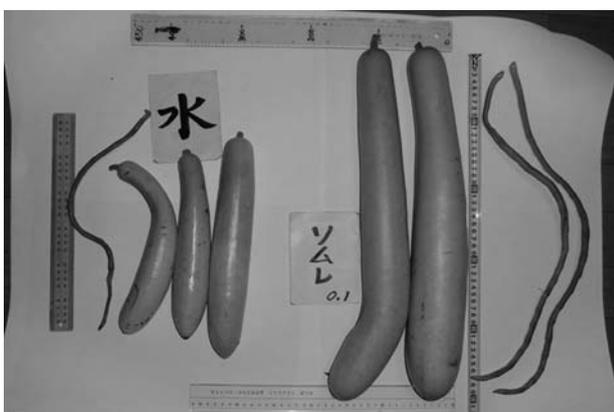


図32 インド野菜の収穫（左：豆とユウガオ（対照）、右：ユウガオと豆（SOMRE））。

Fig. 32 Indian vegetables, Maharani 36" Long (bean) and Bottle Gourd (long melon) (left group, bean and bottle gourd: control, right group, bottle gourd and bean (SOMRE)).



図34 ニーム苗植付2ヶ月後（左：ソムレ、右：対照）。

Fig. 34 Growing Neem, 8 weeks after planting (left: SOMRE, right: control).

の洗礼を受け、冬は越せなかったが、ソムレがインドでのニーム栽培に大きな貢献をするであろうと期待される。

この間、ロシアの植物研究所からは、枯れかかったランが、ソムレ1号により復活したという報告が届いている。

2) アフリカ展開の可能性を探る (染井, 2013)

アフリカの食料問題は深刻である。この食料事情を救う可能性を求めて、マラウイ、ナイジェリア大使館を訪問し、それぞれの大使 (図35)、参事官にソムレの可能性についてお聞きいただいた。両国にとって、さらにアフリカにとって、ソムレが必要だという共通認識を持って戴いた。アフリカの人々に、ササゲ (豆) やヤマイモ、ネリカ米等を安定して生産・供給するためにソムレは貢献できると信じ、現地での試験を近い将来、実現したいと考えている。



図35 マラウイ大使と共に。

Fig. 35 With a Malawian ambassador.

3) 日本での努力

2011年3月11日、東北地方を襲った未曾有の大地震と津波の被害は悲惨であった。海水を被り、灌漑施設が壊れ、農家の方たちの宝物である農地が使い物にならなくなった。著者もいち早く、関連するあるJAに出かけ、ソムレについて説明し試すことを提案したが、採用されなかった。一方、農林水産省関連の独立行政法人、財団法人やJICAも訪ねたが、提示される難題に、著者個人では応えることができない。

X. ソムレは過酷な条件でより有効に働く

以上紹介してきたように、ソムレ1号は、多くの植物に対して、種子の発根・発芽率を向上させる。さらに、根の成長を促進し、太く長い根を形成するので、各植物個体の、根 (茎) のみならず、果実の収穫をも増加させる。

さらにこれまでの経験から、植物にとって成長したい過酷な条件になればなるほど、ソムレが効果を発揮することがわかった。即ち、日本のような水環境も良く、肥料も豊富にある土壌環境では、ソムレを用いても、対照よりも1.1倍~1.5倍の収穫増しか認められない。ところが、水が足りない、肥料分が無いという厳しい環境になると、その差は歴然、1.8倍~3.0倍の増収にもなってくる。根がしっかりと張り、育つので、生きるために必要な、水や栄養分やミネラル分を地中から吸収する根の役割、機能の能力差が大きく効いてくるためと推測している。さらにPhytoalexinの生産も促進される。その結果として、砂漠や不毛の地などで、成長の差に加えて虫害の違いがはっきりと表れることになる。

また、大根に例をとると、赤丸二十日大根の場合、根長は対照100%; ソムレ1.0ppm処理98%; 0.1ppm処理86%と対照の方が良い (発根率は全て100%)。ところが、成長により時間のかかる極早生ミニ30日大根になると、発根率、根長はそれぞれ、対照90%, 100%; ソムレ1.0ppm処理100%, 262%; 0.1ppm処理100%, 171%であり、ソムレの効果が出てくる。源助大根での、発根率、根長はそれぞれ、対照100%, 100%; ソムレ1.0ppm処理90%, 112%; 0.1ppm処理100%, 115%であった。さらに日数のかかる青首宮重大根の場合、根長はそれぞれ、対照100%; ソムレ1.0ppm処理107%; 0.1ppm処理178%; 0.01ppm処理204%; 0.001ppm処理145%であった。

これらの事実から、短い期間で育つ植物では、根が張りその効果が出る前に収穫に至ってしまうため、ソムレの効果が出にくいことがわかった (染井, 2013)。

XI. 根長促進のメカニズムは?

1~0.001ppmという薄い濃度の水溶液に数時間浸漬するだけでは、根や種子内に吸収されるソムレ1

号の絶対量はかなり少ないと予想される。ひとつの細胞あたり何分子というレベルで効果を発現しているのかもしれない。早くからこの根の成長メカニズムを知りたく、全ゲノム解析が終了し格好の研究材料となっているシロイヌナズナを用いた実験を、金沢大学遺伝子実験施設に依頼した。

しかしシロイヌナズナに対して、ソムレ1号は、成長促進効果を示さなかった。したがって、遺伝子レベルでの成長メカニズム解明研究は実施できなかった。同様に、ソムレ1号の1.0ppm水溶液が、増収効果を示さない作物は、現在までに検討した中では、ネギ、モロヘイヤ、サトイモである。

Ⅷ. ソムレの将来展開可能分野と地球の葉

1) ソムレの将来展開

ソムレを応用できる可能性を持つ分野は広い。前述のように、砂漠の緑地化、作物や野菜の増収、漢方生薬や油生産植物の増収等に加えて、植物工場への応用、花卉類、ハーブ、香料の生産、治山治水への応用、森林や絶滅危惧植物種の再生、芝生や屋上緑化、街路樹の健全な育成や壁面緑化によるヒートアイランドの解消、挿し木や接ぎ木の成功率向上、水生植物の繁茂育成と海洋汚染水の浄化、将来宇宙船内での新鮮な野菜の育成、等多種多様な応用・展開等を期待でき、今後さらに検討していく予定である。

2) メタンによる温暖化の警告と地球の葉「ソムレ」

世界中の砂漠が拡大し続けている。以前には、地下水として存在した水が大規模な乾燥地の灌漑により蒸発し、雲となって移動し、雨となって海に降る。氷河や万年雪だった水が温暖化により溶解して海にそそぎ、ついに海水面が高くなり始めた。加わった余分な水を、地球上全ての砂漠を緑化して、砂漠に雨として返し、地下水として返さなければ、黄砂や世界各国で起こっている異常気象や地球温暖化を止めることはできない。

恐ろしいことは、海水温上昇により、深海に存在するメタンハイドレートが壊れて、或いはシベリアの凍土が溶けて、二酸化炭素よりも温暖化効果の高いメタンが大気中に放出され続けていることである。極めて薄い濃度で存在するメタンを、大気中から吸

収し集め、有用な物質に変換できる生物はいないし、そのような技術を人類は持ち合わせていない。

これに反し、二酸化炭素の場合には、大気中に薄い濃度で存在していても、植物は吸収・利用でき、糖や有用物質として固定できる。したがって二酸化炭素が温暖化の主原因である間に、植物の力を借りて地球温暖化を止めないと、取返しのつかないことになることを警告したい。しかし残された時間は少ない。

ソムレは、食料増産、森林再生および砂漠緑化を実現するための、具体的かつ実施可能な技術の一つである。ソムレ技術は、作物の収穫量を少なくとも10%は向上させる。それだけでも、世界の食料不足の状況は好転する。世界経済にも好影響を与える。衣食住を提供し何よりも酸素を供給してくれる植物を繁茂させ、緑の地球環境の再生に役立つ。

地球上全ての国の人達が連帯して、簡単な技術であるソムレを、「地球の葉」として世界各国で採用して、地表面を緑の植物で覆い尽くすよう、緑の地球の復活に向けた行動を、今すぐに開始することを望んでいる。

謝辞：禿 泰雄，石田洋二，八神徳彦，三本木一夫，大西佳二，粟野亮二，Dr. S. Mishra，山口和男の各氏，「世界の砂漠を緑で包む会」，「黄河文化経済促進会」を始め，多くの方々，著者の研究室の学生，職員等の協力が無かったならば，上記の成果を得ることができなかった。ここに記し，深甚の謝意を表します。

文 献

石田洋二，八神徳彦，染井正徳，2010：クロマトに対する SOMRE化合物の適用試験，石川県林業試験場研究報告，**42**，29-33.

Kögl, F. and Haagen-Smit, A. J., 1931: Über die Chemie des Wuchsstoffs. *Proc. Kon. Akad. Wetensch. Amsterdam*, **34**, 1411.

Somei, M., Kizu, K., Kunimoto, M. and Yamada, F., 1985: Syntheses of 3-indoleacetic acid and 3-indoleacetonitrile having a halogeno group and a carbon functional group at the 4-position. *Chemical & Pharmaceutical Bulletin*, **33**, 3696-3708.

Somei, M., Sayama, S., Naka, K., Shinmoto, K. and Yamada, F.,

- 2007: Creation of new promoters for plant's root growth: its application for the syntheses of vulcanine and borrelina, and for combating desertification at Gobi Desert in Inner Mongolia. *Heterocycles*, **73**, 537-554.
- 染井正徳, 2008a: 想像と創造: 1-ヒドロキシインドール化学と夢への挑戦. 薬学雑誌, **128**, 527-563.
- 染井正徳, 2008b: 黄砂を防ぎ, 地球温暖化を止める砂漠の緑地化への挑戦. 広領域教育, **70**, 4-11.
- Somei, M., 2008c: Synthetic philosophy: a study directed toward creation of an ideal synthetic method and its application for preventing global warming by combating desertification. *Heterocycles*, **75**, 1021-1053.
- Somei, M., 2011: Indole chemistry for combating yellow sand and desertification directed towards stopping global warming. *Heterocycles*, **82**, 1007-1027.
- Somei, M., Shigenobu, K. and Tanaka, Y., 2011: Receptor blocker and vasodilator comprising indole derivative as active ingredient. *US Patent* **7**, 872,040 B2.
- 染井正徳, 未公表: ソムレ研究成果まとめ. 資料, 80p.
- Suzuki, N., Somei, M., Kitamura, K., Reiter, R. J., and Hattori, A., 2008a: Novel bromomelatonin derivatives suppress osteoclastic activity and increase osteoblastic activity: implications for the treatment of bone diseases. *Journal of Pineal Research*, **44**, 326-334.
- Suzuki, N., Somei, M., Seki, A., Reiter, R. J. and Hattori, A., 2008b: Novel bromomelatonin derivatives as potentially effective drugs to treat bone diseases. *Journal of Pineal Research*, **45**, 229-234.
- 鈴木信雄, 染井正徳, 他47名, 2012: 魚類のウロコを用いた宇宙生物学的研究: 新規メラトニン誘導体のウロコおよび骨疾患ラットの骨代謝に対する作用. *Space Utiliz. Res.*, **28**, 165-168.
- Yamada, K., Tanaka, Y., and Somei, M., 2009: Synthesis of Nb-acyltryptamines and their 1-hydroxytryptamine derivatives as new α 2-blockers. *Heterocycles*, **79**, 635-645.
- 高場治子, 2005: 世界の砂漠を潤いの大地に, 魔法の薬が緑化を後押し. 金沢大学社会貢献室, 地域とともに, **3**, 16-18.
- Went, F. W., 1926: On growth-accelerating substances in the coleoptile of *Avena sativa*. *Proc. Kon. Ned. Akad. Wet. Amsterdam*, **30**, 10-19.