

人工光型植物工場とイノベーション

村瀬 治比古

大阪府立大学 名誉教授

1. はじめに

我が国の食料自給率がカロリーベースで39%(平成24年度農林水産省)ほどであることはよく知られている。また、その状況が常に課題視されているにもかかわらずその改善のための決定的な対策が見当たらないことも事実である。その中で政府は種々の角度から耕作放棄地再生利用による自給率改善を視野に入れ、平成24年度耕作放棄地再生利用対策を打ち出している。

我が国では土地利用型農業の穀物生産としてはほとんど稲作に限られており年間生産量は800~900万トン程度でコムギはその10分の1さらにダイズではその3分の1程度である。現在では、飼料も含め穀物輸入が順調に行われているものの今後この状況が持続するという保証はどこにもない。総合技術会議の報告に次のようなものがある;「気候変動の影響は広汎であり、我が国でも、洪水、渇水、土砂崩れ、高潮等の水災害や、海面上昇、健康への影響、生態系の変化など広い分野で深刻な影響が懸念されている。もとより気候変動への対応は我が国だけでなく世界各地が連帯し取り組むべき今世紀最も重要な課題の一つであり、緩和と適応の両面から、また食料問題、資源・エネルギー問題、人口問題など他の地球規模課題、さらに同時進行する人口減少・高齢化・経済潜在成長力の低下など我が国固有の課題とあわせて包括的に取り組んでいくことが肝要である。」(平成22年1月,総合科学技術会議,気候変動適応型社会の実現に向けた技術開発の方向性立案のためのタスクフォース)。気候変動は自然頼りの土地利用型農業には直接影響を及ぼすため重要な課題ではあるが、我が国では農業者の高齢化, 離農, 後継者問題, 農業インフラの老朽化など課題は山積している。このような状況の中で人工光型植物工場が果たす役割は大きい。そこで人工光型植物工場に求められる技術的なイノベーションはやはり光にあると考えられる。

2. 新光源の開発

ここでは半導体レーザーを光源として低コストで光合成を生起させる照明方法に関する基礎研究の一端を紹介する¹⁾。図1は、酸素電極を取り付けたキュベットに窒素置換による無酸素水を入れ、その水中に植物葉（イネ）を浸漬し、レーザーを照射して、酸素発生をもって光合成生起を確認するという実験装置である。用いた光源は60 mWで660 nmのCW半導体レーザーである。

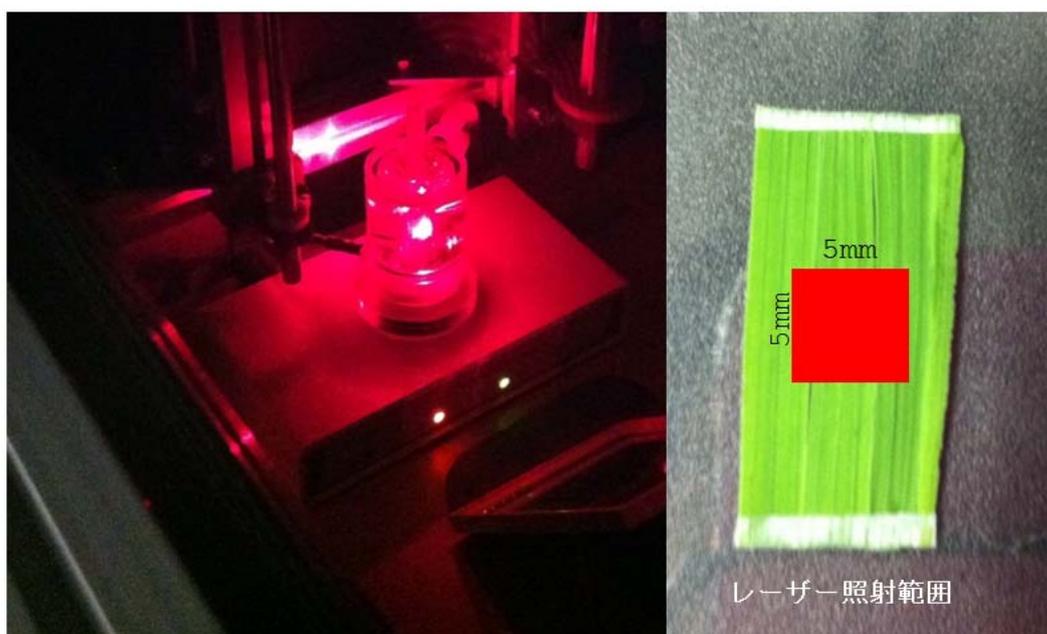


図1 レーザーのパルス照射で光合成を生起させる実験

この実験では図2に示すようにレーザーの照射をON : OFF デューティー比で16 μ s : 3 ms でおおよそ (1 : 200) とした。

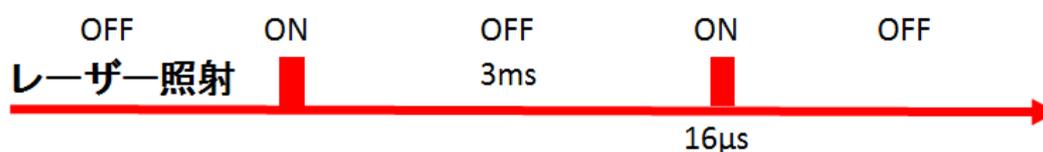


図2 デューティー比が1:200であるレーザーのパルス照射

図3は、レーザー光を3ミリ秒毎に16マイクロ秒間照射したときに酸素が

発生し水中の酸素濃度が増加し飽和していく様子を示す実験結果である。この結果は、デューティー比1：200のレーザーパルス光で光合成が生起したことを示すものである。ここで用いたレーザーは60mWで660nmの光であり（ビーム径：300 μ m）光合成光量子束密度に換算すると $4.68 \times 10^6 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ である。このことはレーザー光をパルスで植物に照射すれば僅かな電力で十分な光エネルギーを植物に与えることが可能であることを意味している。この技術を発展させることにより低電力で穀物の栽培も可能となると考えられる。

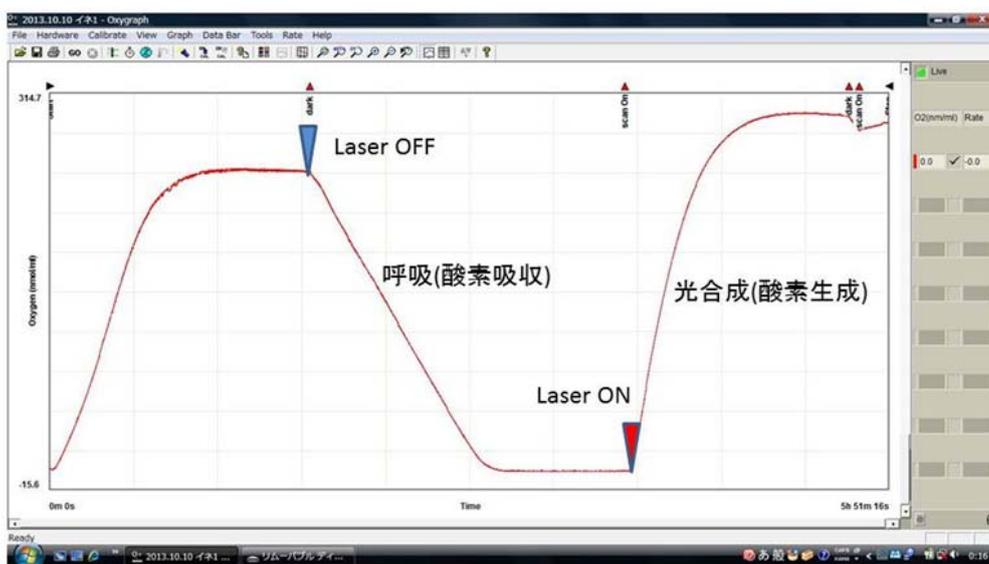


図3 60mWの低出力レーザーのパルス照射で光合成が生起する様子を示している。

近年では低価格で高出力な半導体レーザーが市場に投入されており、その応用技術も多岐にわたる。植物栽培へのレーザー応用は古く高辻らによって提唱され²⁾、[図4](#)に示すように、RGBレーザーでイネの栽培も行われその実用化へ向けた研究に期待が高まっている。



図4 レーザー光のみでイネ栽培を可能にした植物工場 (浜松ホトニクス(株)提供)

3. おわりに

人類生存のためには食料の確保が必要であり，しかもエネルギー作物を生産しなければならない，これまで穀物生産は土地利用型農業として発展してきたが近代的な大規模農業はアメリカでも破綻しつつあるといわれている．その根拠は大量の水を必要とする農業のため農地の砂漠化や塩害などで農地の荒廃が進んでいる．加えて気候変動の影響がさらに深刻になりつつある．国連は2014年を「国際家族農業年」とすると決定し，小規模農業を推奨するに至っている．しかし，どれをとっても自然との関わりが大きく，先で述べた最適化を行うには程遠い状況である．すべての局面で最適化が可能な農業技術を創造するイノベーションが必要である．穀物工場はそのイノベーションたりうるシステムである．

参考文献

1. 村瀬治比古，”固体光源を用いた植物工場”，レーザー研究，39(4)227-232 (2011)
2. 高辻正基・他，”レーザー植物工場の可能性”，植物工場学会誌，vol.6，184-188 (1994)