

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-40176

(P2007-40176A)

(43) 公開日 平成19年2月15日(2007.2.15)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
F O 3 D 9/00 (2006.01)	F O 3 D 9/00 G	2 B O 2 6
A O 1 G 33/00 (2006.01)	A O 1 G 33/00	3 H O 7 8
C 1 2 M 1/00 (2006.01)	C 1 2 M 1/00 E	4 B O 2 9
F O 3 D 3/02 (2006.01)	F O 3 D 3/02 A	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2005-225160 (P2005-225160)	(71) 出願人	000251691
(22) 出願日	平成17年8月3日(2005.8.3)		鈴木 壮兵
			岐阜県岐阜市戎町1-12
		(71) 出願人	592119395
			岩淵 雅明
			寝屋川市国松町14-1-635
		(72) 発明者	鈴木 壮兵
			岐阜県岐阜市戎町1-12
		(72) 発明者	岩淵 雅明
			寝屋川市国松町14-1-635
		Fターム(参考)	2B026 AA05 AB06 AC02 AC03
			3H078 AA05 AA11 AA26 AA31 BB11
			BB13 CC01 CC11 CC22
			4B029 AA02 DB11 DF10

(54) 【発明の名称】 風力発電装置とこれを用いた光独立栄養培養装置

(57) 【要約】

【課題】照射時間に限りのある太陽光による光合成では限界のある藻類の培養効率を向上し、食料不足問題を解決する。

【解決手段】海洋の水面上に出力、占有面積、単価がそれぞれ1.5kWh、1.8m²、30万円の風力発電機を上下方向に3段重ねとした複数セットの発電ブロックをセミフロート上浮体に空力的な適正間隔で林立させて発電所を構成し、得られた電力により海洋を照らし、海水改良培地に毎分培地と同じ量のairを送って攪拌し、PHで窒素等をコントロールして微細藻類を培養する。赤道直下の太陽光に比べても20倍以上の太陽光合成光束を得る事ができ、50%変換効率のLEDを使用する場合でも藻類培養により通常のコメ栽培の4500倍の効率でコメ程度蛋白含有澱粉を得る事が出来る。これは直接コメ/パンのような食品加工や魚餌に利用でき食料不足問題を解決できる。

【選択図】なし

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

海洋の水面上に風力発電機を備えた発電ブロックをフロート上浮体に配置させたことを特徴とする風力発電装置。

【請求項 2】

前記風力発電機は 1 つの発電ブロックにつき上下方向に複数段重ねを成しており、複数セットの発電ブロックがフロート上浮体に空力的な適正間隔で林立されていることを特徴とする請求項 1 に記載の風力発電装置。

【請求項 3】

海洋の年間風況を流体力学的に増速変換する流体力学デバイスを備えたことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 のいずれかに記載の風力発電装置。 10

【請求項 4】

微細藻類を培養する海水または淡水からなる培地と、
前記風力発電装置により超安価に提供される電力により培地内を照らす光源と、
前記光源の光を拡散する光照射拡散体と、
前記培地内に大気を送って攪拌する攪拌手段と
を備えたことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 つに記載の風力発電装置を用いた光独立栄養培養装置。

【請求項 5】

微細藻類を培養する海水または淡水からなる培地と、 20
前記風力発電装置により超安価に提供される電力により培地内を照らす光源と、
前記光源の光を拡散する光照射拡散体と、
前記培地内にナノエアバブル状態の大気を送るナノエアバブル発生手段と
を備えたことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 つに記載の風力発電装置を用いた光独立栄養培養装置。

【請求項 6】

前記攪拌手段は培地内に大気の外にブドウ糖や酢酸等のエネルギー成分を 1 部加える構成となっており光従属栄養培養装置との組み合わせの混合栄養培養装置を成すことを特徴とする請求項 4 に記載の光独立栄養培養装置。

【請求項 7】

培地内に 2 価鉄塩や N_2 、アンモニア、 CO_2 の散布を行い光拡散船を使い光照射拡散体で海中照射することを特徴とする請求項 4 または請求項 5 のいずれかに記載の光独立栄養培養装置。 30

【請求項 8】

光合成に用いる光源のエネルギーが風力発電機により得られる電力であることを特徴とする光独立栄養培養装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は風力発電の単位設置面積当たりの発電効率を向上させた風力発電装置に関する。また、前記風力発電装置を用いて海水クロレラ、藍藻、珪藻の様な微細藻類の培養効率を大幅に向上させた光独立栄養培養装置に関する。 40

【背景技術】

【0002】

世界中の人口の増加に伴い将来の食糧不足が懸念されている。このことに鑑み、本発明の発明者は光独立栄養培養の研究を 1975 年以降続けており蓄積がある。そして、世界中が第 1、第 2、第 3 世代とも、光従属栄養培養、遺伝子組替えに走り、藻類発見 (1890 年、オランダの藻類研究者 B i j e r i n c k が c h l o r e l l a を発見してから 115 年目) の現在、食料化の国家プロジェクトが幾多の国で行われ未だ実現の兆しさえ無い。そして、地球環境の悪化等々の諸問題は更なる食糧不足に拍車をかけることが予想 50

され、解決が間に合わないと思われる。光独立栄養培養の中心問題は光合成に使う安価な可視光の提供と十分な光の拡散にある。

【特許文献1】特開平5-292848号公報

【特許文献2】特開平5-292849号公報

【特許文献3】SPS2000レクテナの電力を利用した藻類と酸素の同時大量生産1993年3月 東大宇宙科学研究所 岩淵雅明

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

然し、太陽光 F_{lux} は薄く夜が $2/3$ を占めるので産業用には大きな欠点となっている。赤道から緯度 25 度近辺までの PPF (太陽光合成光束) は 2000 から $2430 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ (全光束の約 47%) である。なお、明るさを表す単位にはルクスがあるが、ルクスは人の目に感じる明るさの感度であり、光合成 $energy$ を適格に表し得ないのに対して、ここで使用している PPF を表す単位 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ は光合成に必要な波長領域 ($400 \sim 700\text{nm}$) の光の $energy$ を適格に表せるので、ルクスとは区別している。また、 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ (マイクロ・モル・パー・スクエアメートル・セカンド) は $\mu\text{E}/\text{m}^2\text{s}$ (マイクロ・アインシュタイン・パー・スクエアメートル・セカンド) と表しても良い。そして、この太陽光の F_{lux} (光束) は、このエリアで1日当たり 8h 程度、京都では 5h から 6h 程度になる。即ち、赤道、緯度 25 度近辺、京都の緯度での各 PPF は、順に 2430 、 2000 、 $1700 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ となり、高緯度になればなる程小さくなる。また、曇り、雨、雪等の悪天候時または夜間には、太陽光は更にカットされる。

【0004】

本発明は、このような薄く照射時間に限りのある太陽光による光合成では限界のある藻類の培養効率の向上を目指すものであり、食料不足問題及びエネルギー問題の解決を実現することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0005】

請求項1の発明にかかる風力発電装置は、海洋の水面上に風力発電機を備えた発電ブロックをフロート上浮体に配置させたものである。なお、ここで言うフロートとは海洋の水面上に浮いて発電ブロックを支持可能なもので、フロートには、例えば、縦横が数メートル乃至数十メートル規模のセミフロートと、縦が 500 メートル前後で横が 2 から 3 キロメートルのメガフロートとがある。また、1つの発電ブロックを構成する各風力発電機は、例えば、出力、占有面積、単価がそれぞれ 1.5kWh 、 1.8m^2 、 15 万円から 30 万円のもの (日本のエアー・ドルフィン社製) があり、この場合、3段から6段重ねにして用いるのが好ましい。また、規模の大きなものでは、出力、単価がそれぞれ 2000kWh 、 7500 万円のもの (アメリカの General Electric 社製) がある。ただし、ここで用いる風力発電機の出力、占有面積、単価、重ねる段数は、上記例に限定されるものではない。なお、GE 製は 1kW あたりの価格が 3.75 万円と安価で、これに比べて、エアー・ドルフィンの小型 WG (1.5kWh タイプ) は、 1kW あたりの価格が 20 万円と高額ではあるが、例えば 30 万台というような大量発注による量産効果や、これに加えて中国・ブラジルなどのローコスト地域で生産することで、GE 社製の製品と同レベル以下の価格ダウンが見込める。

【0006】

請求項2の発明にかかる風力発電装置は、請求項1の風力発電装置において、前記風力発電機が1つの発電ブロックにつき上下方向に複数段重ねを成しており、複数セットの発電ブロックがフロート上浮体に空力的な適正間隔で林立されているものである。

【0007】

請求項3の発明にかかる風力発電装置は、請求項1または請求項2のいずれかの風力発電装置において、海洋の年間風況を流体力学的に増速変換する流体力学デバイスを備えた

ものである。

【0008】

請求項4の発明にかかる光独立栄養培養装置は、請求項1乃至請求項3のいずれか1つの風力発電装置により超安価に提供される電力により培地内を照らす光源と、微細藻類を培養する海水または淡水からなる培地と、前記光源の光を拡散する光照射拡散体と、前記培地内に大気を送って攪拌する攪拌手段とを備えたものである。なお、培地中を照らす光源には、LED（発光ダイオード）、EL（エレクトロ・ルミネッセンス）、LD（レーザーダイオード）、プラズマ高周波蛍光灯（例えば20000Hz程度のもの）等がある。

【0009】

請求項5の発明にかかる光独立栄養培養装置は、請求項1乃至請求項3のいずれか1つの風力発電装置により超安価に提供される電力により培地内を照らす光源と、微細藻類を培養する海水または淡水からなる培地と、前記培地内にナノエアバブル状態の大気を送るナノエアバブル発生手段とを備えたものである。なお、培地内にナノエアバブル状態の大気を送る頻度は常時である必要はなく、例えば半月乃至1ヶ月に1回というペースで飽和する程度に送るだけで良い。

【0010】

請求項6の発明にかかる光独立栄養培養装置は、請求項4の光独立栄養培養装置において、前記攪拌手段が培地内に大気他にブドウ糖や酢酸等のエネルギー成分を1部加える構成となっており光従属栄養培養装置との組み合わせの混合栄養培養装置を成すものである。

【0011】

請求項7の発明にかかる光独立栄養培養装置は、請求項4または請求項5のいずれかの光独立栄養培養装置において、培地内に2価鉄塩等の塩類や N_2 、アンモニア、 CO_2 の散布を行い光拡散船を使い光照射拡散体で海中照射するものである。

【0012】

請求項8の発明にかかる光独立栄養培養装置は、光合成に用いる光源のエネルギーが風力発電機により得られる電力であるものである。

【発明の効果】

【0013】

請求項1の発明にかかる風力発電装置によれば、年間を通じて安定して8から10m/sの風況を昼夜を問わず得る事ができる海洋において風力発電を行うので極めて安価に電力を得ることができる。

【0014】

請求項2の発明にかかる風力発電装置によれば、請求項1の発明にかかる風力発電装置の効果に加えて、1つの発電ブロックにつき風力発電装置が複数段重ねになっているので、発電ブロックの単位占有面積当たりの発電量が増す。具体的には、 $1.5\text{ kWh} / 1.8\text{ m}^2$ （30万円/基）の風力発電機を3段重ねにし、筏状のプラットフォームに林立（空力的な適正間隔）する場合、 $4.5\text{ kW} / 1.8\text{ m}^2 = 2.5\text{ kW} / \text{m}^2$ （発電機近傍）となる。このように構成した風力発電装置によれば、我が国の高額な電力を安価に提供できる。我が国の電力価格は4から5円/kWhの米国/カナダに比較し、23円/kWhであり高額である。ところが、本発明の形態の風力発電装置によれば単価：30万円、1.5kW出力の発電機を3段重ねで用いた場合、現行の我が国の電力価格に略等しい24円/kWhで電力供給したことにすると僅か1年で減価償却出来、その後はメンテナンス費用を除いて略0円で電力供給し続けることが出来る。1.5kW出力の発電機は量産型なら15万円或はそれ以下での入手も可能であり、これを用いれば半年以内で減価償却できる。風力発電機の寿命は例えば30年程度のものがあり、1年乃至半年以下で減価償却できるので、設備投資分を含めても殆ど0円で電力供給できると考えられる。このように安価に提供できる電力は、電力会社による電力供給の他一般家庭の自家消費等に使用できる。また電力消費量の変動に応じてキャパシタに蓄電したり放電したりしても良い。キ

10

20

30

40

50

ャパシタに蓄電する場合、送電線では電力供給の困難な地へ電力の缶詰として運搬して使用することも可能である。また、この電力を電解水素や海水分解水素の生成に使用してもよく、真水培地においてボツリオコッカスで無硫黄石油を生成してもよい。海水分解水素は、得られた電力により電極を介して直接海水を電気分解して得る水素である。ここで、電気分解には海水よりも真水の方が好ましくRO（アールオー）膜により海水を真水にしてから行っても良い。RO（アールオー）膜によれば海水から1トンあたり10円程度で真水を得られる。また、電解水素は、バイオ酵素（ヒドロゲナーゼ又はニトロゲナーゼ）で海水または真水を分解して水素を得るものである。減価償却後の電力利用により現行では100円/Nm³もする水素の生産コストを僅か3.9円/Nm³とすることが出来る。詳しくは、水素1Nm³は3.9kWhで製造できる。1円/kWhとすれば3.9円/Nm³という結果を得られる。ここで、使用する単位の円/Nm³の中でN（ノルマル）は標準状態（1atm、0℃）を意味し、標準状態における水素1立方メートルあたりの価格（円）を意味する。水素は3053kcal/Nm³ものエネルギーを備えており、エネルギー輸送に最適である。ボツリオコッカスとはボツリオコッカス・ブラウニ・バークレー株で微細藻類の一種である。ボツリオコッカスが光合成をするための照明に供給する電力を安価に供給することで無硫黄石油も同様に安価に生成できる。詳しくは培養により増殖したボツリオコッカスから遠心分離またはろ過分離等により石油成分を抽出する。ここで、得られる石油成分はオクタン価：100、硫黄分：0の極めてクリーンで高エネルギーの燃料となる。また、搾りかすは肥料として使用できる。すなわち、太陽発電衛星（24h稼働）以上に風力発電は、BIOへの応用の他、農業、水素栽培、キャパシタ輸送に圧倒的に便利である。

【0015】

請求項3の発明にかかる風力発電装置によれば、請求項1または請求項2のいずれかの発明にかかる風力発電装置の効果に加えて、8から10m/s程度の海洋の年間風況を12.5m/s以上に変換でき、発電効率をあげることができる。

【0016】

請求項4の発明にかかる光独立栄養培養装置によれば、単に太陽光の光合成に依存する光合成に比べて大幅に高効率で微細藻類を培養することができる。また、本発明の光独立栄養培養装置は培養エネルギーを光に依存しており、減価償却後はメンテナンス費用を除いて略0円で供給し続けることのできる電力と、略0円で無尽蔵に入手できる大気中の窒素や二酸化炭素（海水培地の場合は更に海水からの肥料（主に2価鉄塩を多く含むdsw（海洋深層水））を使用するので、略0円で藻類を培養する事が出来る。例えば、風力発電装置の1つの発電ブロックが1.5kWh/1.8m²（30万円/基）の風力発電機を3段重ねであり、50%変換効率LEDを光源に使用する場合は、2.5kW/0.15kW×1000μmol/m²s=16.67×1000μmol/m²s（16670μmol/m²s）の光源ができる。ここで、C3植物により量子要求12E（mol）でコメ程度蛋白含有澱粉を造るとして、PPF：1000μmol/m²sを24h照射で行う場合、216g/m²day（day=24h）得る事ができる。なお、使用する植物がC4であれば効率が上がり、量子要求6E（mol）で更に効率が2倍に上がる。赤道のPPFを24h換算してみると2430μmol/m²s×8h/24h=810μmol/m²sとなる。したがって、上記海洋上での風力利用の場合は赤道での太陽光利用に比べて（16667μmol/m²s）/（810μmol/m²s）=20.6倍ものPPFを得られる事が実証できる。コメは太陽光による光合成では通常0.8g/m²day（京都ではday=6時間以下）程度しかできないことから、風力により得られる上記コメ程度蛋白含有澱粉は100%コメに換算する場合を想定すると、16.667×216g/m²day×（1/0.8）=4500となり、コメ換算では実に米の反収の4500倍にもなる。現在、電力から可視光への変換効率100%のLEDも試作されつつあり、これを使用すれば、コメ効率は更に2倍になる。なお、ここで言う可視光線とは400～700nmの波長の光であり、光合成に有効な波長領域の光である。上記説明では、発電機が3段重ねの場合であるが、発電機が6段重ねの場合のコメ効率は更に2

倍となる。なお、上記説明ではC3植物により量子要求12E(mol)での培養について考えているが、使用する植物がC4であれば効率が上がり、量子要求6E(mol)で更に効率が2倍に上がる。この様な桁外れの効率で培養する海水クロレラ、藍藻、珪藻の様な膨大な量の微細藻類は、コメ/パンのような食料を造る原料となり、また、魚の餌として提供できる。したがって、膨大な食料供給ができ食料不足問題を解決することができる。しかも、食物連鎖が1段であり汚染の少なさでは究極の養殖餌であり食料の原料となる。

【0017】

請求項5の発明にかかる光独立栄養培養装置によれば、大気をナノエアバブル状態で培地内に送り込むので、一度送り込んだ大気が藻類に消費されるまで培地内に留まる。その結果、常時攪拌と大気の送り込みをする必要はなく、半月乃至1ヶ月に1回というようなペースで大気を培地内に送り込むだけで良く、培地内への大気の送り込みに要するエネルギーを低減できる。或は、常時大気を送り込む場合であっても、効率良く培地内に留めておく事が出来るので、小規模に送り込むだけで良く、設備を安価に構成できる。

10

【0018】

請求項6の発明にかかる光独立栄養培養装置によれば、請求項4の光独立栄養培養装置の光独立栄養培養による増殖の効果に加えて、光従属栄養培養との組み合わせの混合栄養培養により、ブドウ糖や酢酸等のエネルギー成分による増殖が行われるので、高価な藻類を簡単に創れる。

【0019】

請求項7の発明にかかる光独立栄養培養装置によれば、請求項4または請求項5のいずれかの光独立栄養培養装置の効果に加えて、光源からの光が光拡散船を使い光照射拡散体で海中照射され培地の表面で反射されることなく100%培地内へと到達するので藻類の培養効率が向上する。また、2価鉄塩の作用により略休眠状態にある藻類の培養を爆発的に活発化できる。例えば、珪藻のキートセラスは2価鉄塩を散布することで、20~300倍のスピードで増殖できる。その結果、2価鉄塩60000トンで大気残留炭酸ガス66億トンを植物プランクトン45億トンと酸素48億トンに10日以内に変換できる。植物プランクトン45億トンは食物連鎖無しで魚の餌として提供でき、PCB, Hg汚染を回避できる。例えば、食物連鎖による汚染の例では、シロクマの場合で35億倍、アザラシの場合で5億倍にも濃縮される。しかし、例えば、ここで培養する藍藻餌は連鎖が1段であり汚染の少なさでは究極の養殖餌となる。その結果、汚染のない6.5億トン以上もの膨大な魚を育てる事が出来る。また、メガフロート上に海水内から無尽蔵にコメ/パンを造る産業を創生できる。

20

30

【0020】

請求項8の発明にかかる光独立栄養培養装置によれば、光合成に用いる光源のエネルギーが風力発電機により得られる電力であるので、安定した風況を得られる場所である限り昼夜を問わず藻類は光合成をすることが出来、単位面積当たりの藻類の培養効率を太陽光による光合成に比べて大幅に向上出来る。また、風力発電機の設置段数を増すことで単位設置面積当りに得られる電力は倍増し、藻類の培養量も倍増出来る。

【発明を実施するための最良の形態】

40

【0021】

以下、本発明の実施の形態について説明する。本発明の実施の形態の光独立栄養培養装置は、海水クロレラ、藍藻、珪藻の様な微細藻類の培養を単に太陽光による光合成によってのみで行うのではなく、太陽光の変換energyである風力を電力に変換し、さらに光に変換して積極的に行うのもである。これによって、20倍から40倍もの光BIO(Auto-BIO)には得な使い方が出来る。なお、光源には、LED(発光ダイオード)、EL(エレクトロ・ルミネッセンス)、LD(レーザーダイオード)、プラズマ高周波蛍光灯(例えば20000Hz程度のもの)等がある。微細藻類には、その他にデュナリエラ・サリーナ(Dunaliella Salina)、デュナリエラ・ボードヴィル(Dunaliella Bardawil)、デルモカルバ、キートセラス、ヘマ

50

トコッカス (H e a m a t o c o c c e u s)、円石藻、ボツリオコッカス・ブラウニ・バークレー株 (以下単にボツリオコッカスと呼ぶ) 等がある。中でも、ヘマトコッカスはビタミンEの1000倍の効果があると言われるアスタキサンチン (A s t a x a n t h i n) を含有しており、このアスタキサンチンがしわのばし等の不老長寿効果があることから1kgあたり100万円~1000万円取引されている程貴重なものである。ヘマトコッカスとボツリオコッカスは真水で育ち、デュナリエラは海水において1~3倍で育つ。真水のみで育つ藻類は船内培養する。なお、海洋上で真水を得るには、RO (アールオー) 膜を用いることが好ましい。RO膜によれば海水から1トンあたり10円程度で真水を得られる。珪藻のキートセラスは2価鉄塩を散布することで、20~300倍のスピードで増殖できる。また、ボツリオコッカスは光合成により無硫黄石油を生成できる。詳しくは培養により増殖したボツリオコッカスから遠心分離またはろ過分離等により石油成分を抽出する。ここで、得られる石油成分はオクタン価: 100、硫黄分: 0の極めてクリーンで高エネルギーの燃料となる。また、搾りかすは肥料として使用できる。

10

【0022】

光源取得のエネルギー源には太陽発電衛星と風力発電、海底の大河発電等が考えられるが、コスト的に好ましい風力発電を取り上げる。特に、本発明の実施の形態で用いる風力発電装置は、海洋の水面上に風力発電機を上下方向に複数段重ねとした発電ブロックを複数セット平面方向に略等間隔に配置したものである。例えば、日本のエアー・ドルフィン²の1.5kWh/1.8m² (30万円/基) の風力発電機を3段から6段重ねにして成る発電ブロックを筏状のプラットフォーム或はセミフロート上浮体に林立 (空力的な適正間隔) させ、1点繫留等で繋ぎ、風力発電所を構成したものである。なお、1つのセミフロートの規模は、例えば、縦横が数メートル乃至数十メートル程度である。また、風力発電機にはGE (アメリカのGeneral Electric社) 製の2000kW出力のような大型タイプもあり、これを、例えば、縦が500メートル前後で横が2から3キロメートルのメガフロート上浮体に林立させても良い。GE製の2000kW出力の風力発電機は、単価が7500万円であり、1kWあたりの価格が3.75万円となる。これは、エアー・ドルフィン²の1.5kWhタイプの1kWあたりの価格20万円に比べて1/5以下であり安価である。これは、約5倍の早さで減価償却できることを意味する。しかし、1.5kWhレベルの小規模な風力発電機でも例えば30万台というような大量発注による量産効果や、これに加えて中国・ブラジルなどのローコスト地域で生産することで、GE社製の製品と同レベル以下の価格ダウンが見込める。

20

30

【0023】

そして、外形約4程度のガラス管にプラズマ高周波蛍光灯 (例えば20000Hz程度のもの) を入れてマトリックスを形成し (藻類密度により粗密度を変える)、通電し棒状光源を灯し、一例として海水改良培地に毎分培地と略同じ量のairを送って攪拌し、PH (水素イオン濃度) で窒素等をコントロールして培養する。これを行う装置の例として、光拡散デバイス又は、光デフューザーがある。なお、光源には高周波蛍光灯以外にも、LED (発光ダイオード)、EL (エレクトロ・ルミネッセンス)、LD (レーザーダイオード) 等の光源が考えられ、これら光源は変換デバイスを含めても現状で電力の可視光線への変換効率71%が達成されており、1年内には100%の達成も射程範囲にある。なお、ここで言う可視光線とは400~700nmの波長の光であり、光合成に有効な波長領域の光である。

40

【0024】

ところで、海洋の年間風況が8から10m/sになるのは珍しくない。北海道は特に多い。このレベルであれば流体力学デバイスで流体力学的に増速し12.5m/s以上に変換することも容易である。知床沖の場合増速しなくても12から13m/sの風況がある。同様に、イギリス、オランダ、スウェーデンの北では強い風況を得る事ができる。1.5kWh/1.8m² (30万円/基) の風力発電機を3段重ねにし、筏状のプラットフォームに林立 (空力的な適正間隔) する場合、4.5kW/1.8m² = 2.5kW/m² (発電機近傍) となる。なお、風力発電機の発電容量は、所定以上の風況が保持される限り、

50

多少の変動があっても規格値を下回る事はない。すなわち、ここで取り上げる風力発電機 1 機の出力 1.5 kWh は海洋上で得られる風況であれば十分に保持できる。このように構成した風力発電装置によれば、我が国の高額の電力を安価に提供できる。我が国の電力価格は 4 から 5 円 / kWh の米国 / カナダに比較し、 $23 \sim 24$ 円 / kWh であり高額である。ところが、本発明の実施の形態の風力発電装置によれば単価：30 万円、 1.5 kW 出力の発電機を 3 段重ねで用いた場合、現行の我が国の電力価格に略等しい 24 円 / kWh で電力供給したことにすると僅か 1 年で減価償却出来、その後はメンテナンス費用を除いて略 0 円で電力供給し続けることが出来る。 1.5 kW 出力の発電機は量産型なら 5 ～ 15 万円での入手も可能であり、例えば、15 万円のものをを用いれば半年で減価償却できる。風力発電機の寿命は 30 年程度であり、1 年乃至半年で減価償却できその後の略 30 年間で 0 円で電力供給が出来ることになり、風力発電機の寿命の 95% 以上の期間を 0 円で電力供給ができる。

【0025】

このように安価に提供できる電力は、電力会社による電力供給の他一般家庭の自家消費等に使用できる。また電力消費量の変動に応じてキャパシタに蓄電したり放電したりしても良い。キャパシタに蓄電する場合、送電線では電力供給の困難な地へ電力の缶詰として運搬して使用することも可能である。また、この電力を電解水素や海水分解水素の生成に使用してもよく、真水培地においてポツリオコッカスで無硫黄石油を生成してもよい。減価償却後の電力利用により現行では 100 円 / Nm^3 もする水素の生産コストを僅か 3.9 円 / Nm^3 とすることが出来る。詳しくは、水素 1 Nm^3 は 3.9 kWh で製造できる。 1 円 / kWh とすれば 3.9 円 / Nm^3 という結果を得られる。ここで、使用する単位の円 / Nm^3 の中で N (ノルマル) は標準状態 (1 atom 、 0) を意味し、標準状態における水素 1 立方メートルあたりの価格 (円) を意味する。水素は $3053 \text{ kcal} / \text{Nm}^3$ ものエネルギーを備えており、エネルギー輸送に最適である。ポツリオコッカスが光合成をするための照明に供給する電力を安価に供給することで無硫黄石油も同様に安価に生成できる。詳しくは培養により増殖したポツリオコッカスから遠心分離またはろ過分離等により石油成分を抽出する。ここで、得られる石油成分はオクタン価： 100 、硫黄分： 0 の極めてクリーンで高エネルギーの燃料となる。また、搾りかすは肥料として使用できる。すなわち、太陽発電衛星 (24 h 稼働) 以上に風力発電は、 BIO への応用の他、農業、水素栽培、キャパシタ輸送に圧倒的に便利である。なお、その他に電力を安価に入手する方法には、水星軌道上に SPS (ソーラー・パワー・サテライトの略で発電衛星のこと) を打ち上げて、マイクロ波により地球へ送る方法がある。この方法によれば、地球軌道上に SPS を打ち上げる場合に比べて電力取得の効率が 6.67 倍にアップする。

【0026】

そして、このような風力発電装置で得られた極めて安価な電力を用いて 50% 変換効率 LED で $2.5 \text{ kW} / 0.15 \text{ kW} \times 1000 \mu\text{mol} / \text{m}^2 \text{ s} = 16.67 \times 1000 \mu\text{mol} / \text{m}^2 \text{ s}$ ($16670 \mu\text{mol} / \text{m}^2 \text{ s}$) の光源が簡単にできる。 24 h 光源 (1 日：明部 100%) である。ここで、 C3 植物により量子要求 $12 \text{ E} (\text{mol})$ でコメ程度蛋白含有澱粉を造るとして、 $\text{PPF} : 1000 \mu\text{mol} / \text{m}^2 \text{ s}$ を 24 h 照射で行う場合、 $216 \text{ g} / \text{m}^2 \text{ day}$ ($\text{day} = 24 \text{ h}$) 得る事ができる。なお、使用する植物が C4 であれば効率が上がり、量子要求 $6 \text{ E} (\text{mol})$ で更に効率が 2 倍に上がる。ところで、赤道の PPF を 24 h 換算してみると $2430 \mu\text{mol} / \text{m}^2 \text{ s} \times 8 \text{ h} / 24 \text{ h} = 810 \mu\text{mol} / \text{m}^2 \text{ s}$ となる。したがって、上記北海道の海洋上での風力利用の場合は赤道での太陽光利用に比べて $(16667 \mu\text{mol} / \text{m}^2 \text{ s}) / (810 \mu\text{mol} / \text{m}^2 \text{ s}) = 20.6$ 倍もの PPF を得られる事が実証できる。コメは太陽光による光合成では通常 $0.8 \text{ g} / \text{m}^2 \text{ day}$ (24 h で 1 m^2 あたり 0.8 g) 程度しかできないことから、風力により得られる上記コメ程度蛋白含有澱粉は 100% コメに換算する場合を想定すると、 $16.667 \times 216 \text{ g} / \text{m}^2 \text{ day} \times (1 / 0.8) = 4500$ となり、コメ換算では実に米の反収の 4500 倍にもなる。現在、電力から可視光への変換効率 100% の LED も試作されつつあり、これを使用すれば、コメ効率は更に 2 倍になる。なお、ここで

言う可視光線とは400～700nmの波長の光であり、光合成に有効な波長領域の光である。上記説明では、発電機が3段重ねの場合であるが、発電機が6段重ねの場合のコメ効率は更に2倍となる。また、上記説明ではC3植物により量子要求12E(mol)での培養について考えているが、使用する植物がC4であれば効率が上がり、量子要求6E(mol)で更に効率が2倍に上がる。

【0027】

ところで、上記説明では主に海水中での藻類の培養について述べたが、必ずしも、海水中に限定するものではない。例えば、ヘマトコッカスとボツリオコッカスは真水で育つ。真水のみで育つ藻類は船内培養する。なお、海洋上で真水を得るには、RO(アールオー)膜を用いることが好ましい。RO膜によれば海水から1トンあたり10円程度で真水を得られる。そして、海水培地(海洋深層水)または淡水培地(以下これら2つの培地を単に培地と言う)で、海水クロレラ、藍藻、珪藻の様な微細藻類を光独立栄養培養(以下、Auto光BIOまたは単に光BIOという)により増殖する場合0.001%から15%(dry Matter換算)以上では爆発的増殖を行うことができる。其れを可能にする物は(光拡散デバイス)又は、光デフューザーである。また、光独立栄養培養に加えて、培地内に大気他にブドウ糖や酢酸等のエネルギー成分を送る光従属栄養培養との組み合わせの混合栄養培養とすることも出来る。光従属栄養培養との組み合わせの混合栄養培養によれば、光独立栄養培養による増殖に加えてブドウ糖や酢酸等のエネルギー成分による増殖が行われるので、高価な藻類を簡単に創れる。扁平ピン培養(通常の藻類培養)では拡散係数20/M程度だが、光BIO(コンバーター)では100～1000倍に達する。なお、拡散係数の単位は通常 $\text{cm}^2/\text{リットル}$ であるが、面積側のデメンジョンと体積側のデメンジョンをメートル系に統一して1/Mという単位に統一した。そして、海水2価鉄塩Seeding実験では、0.009g/リットル・日以下であるが、200/M以上では、藍藻で35g/リットル・日にも達する。1.2万倍に効率アップする。10から20%にも藻類密度アップが可能となり、海水で自由な密度のSeedingができる。藻類の培養には2価鉄塩が必要であり、海水中にも含まれており、特に、dsw(海洋深層水)中に多く含まれているが、圧倒的に不足しており、積極的に散布することで、爆発的な増殖を実現できる。

【0028】

例えば、珪藻のキートセラスは2価鉄塩を散布することで、20～300倍のスピードで増殖できる。その結果、SEEDS2001の珪藻・藍藻で2価鉄塩散布を行い光拡散船を使い光照射拡散体で海中照射すれば、2価鉄塩60000トンで大気残留炭酸ガス66億トンを植物プランクトン45億トンと酸素48億トンに10日以内に変換できる。植物プランクトン45億トンは食物連鎖無しで魚の餌として提供でき、PCB, Hg汚染を回避できる。例えば、食物連鎖による汚染の例では、シロクマの場合で35億倍、アザラシの場合で5億倍にも濃縮される。しかし、この藍藻餌は連鎖が1段であり汚染の少なさでは究極の養殖餌となる。その結果、6.5億トン以上もの膨大な魚を育てる事が出来る。また、メガフロート上に海水内から無尽蔵にコメ/パンを造る産業を創生できる。

【0029】

以上の説明をまとめると、本発明の実施の形態の風力発電装置は、海洋の水面上に風力発電機を備えた発電ブロックをフロート上浮体に配置させたものである。ここで言うフロートとは海洋の水面上に浮いて発電ブロックを支持可能なもので、フロートには、例えば、縦横が数メートル乃至数十メートル規模のセミフロートと、縦が500メートル前後で横が2から3キロメートルのメガフロートとがある。なお、1つの発電ブロックを構成する各風力発電機は、例えば、出力、占有面積、単価がそれぞれ1.5kWh、1.8 m^2 、15万円から30万円のもの(日本のエアー・ドルフィン社製)があり、この場合、3段から6段重ねにして用いるのが好ましい。また、規模の大きなものでは、出力、単価がそれぞれ2000kWh、7500万円のもの(アメリカのGeneral Electric社製)がある。ただし、ここで用いる風力発電機の出力、占有面積、単価、重ねる段数は、上記例に限定されるものではない。なお、GE製は1kWあたりの価格が3.7

10

20

30

40

50

5万円と安価で、これに比べて、エアー・ドルフィンの1.5kWhタイプは1kWあたりの価格が20万円と高額ではあるが、例えば30万台というような大量発注による量産効果や、これに加えて中国・ブラジルなどのローコスト地域で生産することで、GE社製の製品と同レベル以下の価格ダウンが見込める。

【0030】

したがって、本発明の実施の形態の風力発電装置によれば、年間を通じて安定して8から10m/sの風況を昼夜を問わず得る事ができる海洋において風力発電を行うので極めて安価に電力を得ることができる。

【0031】

特に、本発明の実施の形態の風力発電装置は、1つの発電ブロックにつき上下方向に複数段重ねを成しており、複数セットの発電ブロックがフロート上浮体に空力的な適正間隔で林立されているものである。

【0032】

したがって、本発明の実施の形態の風力発電装置によれば、上記効果に加えて、1つの発電ブロックにつき風力発電装置が複数段重ねになっているので、発電ブロックの単位占有面積当たりの発電量が増す。具体的には、1.5kWh/1.8m²(30万円/基)の風力発電機を3段重ねにし、筏状のプラットフォームに林立(空力的な適正間隔)する場合、4.5kW/1.8m²=2.5kW/m²(発電機近傍)となる。このように構成した風力発電装置によれば、我が国の高額の電力を安価に提供できる。我が国の電力価格は4から5円/kWhの米国/カナダに比較し、23から24円/kWhであり高額である。ところが、本発明の実施の形態の風力発電装置によれば単価:30万円、1.5kW出力の発電機を3段重ねで用いた場合、現行の我が国の電力価格に略等しい24円/kWhで電力供給したことにすると僅か1年で減価償却出来、その後はメンテナンス費用を除いて略0円で電力供給し続けることが出来る。1.5kW出力の発電機は量産型なら15万円或はそれ以下での入手も可能であり、これを用いれば半年以内に減価償却できるので、設備投資分を含めても殆ど0円で電力供給できると考えられる。このように安価に提供できる電力は、電力会社による電力供給の他一般家庭の自家消費等に使用できる。また電力消費量の変動に応じてキャパシタに蓄電したり放電したりしても良い。キャパシタに蓄電する場合、送電線では電力供給の困難な地へ電力の缶詰として運搬して使用することも可能である。また、この電力を電解水素や海水分解水素の生成に使用してもよく、ボツリオコッカスで無硫黄石油を生成してもよい。海水分解水素は、得られた電力により電極を介して直接海水を電気分解して得る水素である。ここで、電気分解には海水よりも真水の方が好ましく前述のRO膜により海水を真水にしてから行っても良い。また、電解水素は、バイオ酵素(ヒドロゲナーゼ又はニトロゲナーゼ)で海水または真水を分解して水素を得るものである。減価償却後の電力利用により現行では100円/Nm³もする水素の生産コストを僅か3.9円/Nm³とすることが出来る。詳しくは、水素1Nm³は3.9kWhで製造できる。1円/kWhとすれば3.9円/Nm³という結果を得られる。ここで、使用する単位は円/Nm³の中でN(ノルマル)は標準状態(1atm、0℃)を意味し、標準状態における水素1立方メートルあたりの価格(円)を意味する。水素は3053kcal/Nm³ものエネルギーを備えており、エネルギー輸送に最適である。ボツリオコッカスが光合成をするための照明に供給する電力を安価に供給することで無硫黄石油も同様に安価に生成できる。詳しくは培養により増殖したボツリオコッカスから遠心分離またはろ過分離等により石油成分を抽出する。ここで、得られる石油成分はオクタン価:100、硫黄分:0の極めてクリーンで高エネルギーの燃料となる。また、搾りかすは肥料として使用できる。すなわち、太陽発電衛星(24h稼働)以上に風力発電は、BIOへの応用の他、農業、水素栽培、キャパシタ輸送に圧倒的に便利である。

【0033】

また、本発明の実施の形態の風力発電装置は、海洋の年間風況を流体力学的に増速変換する流体力学デバイスを備えるものである。したがって、8から10m/s程度の海洋の年間

風況を 12.5 m/s 以上に変換でき、発電効率をあげることができる。

【0034】

また、本発明の実施の形態の風力発電装置を用いた光独立栄養培養装置は、微細藻類を培養する海水または淡水からなる培地と、前記風力発電装置により終日 24 h にまたがって連続して超安価に提供し続けることのできる電力により培地内を照らす光源と、前記光源の光を拡散する光照射拡散体と、前記培地内に大気を送って攪拌する攪拌手段とを備えたものである。なお、培地中を照らす光源には、LED（発光ダイオード）、EL（エレクトロ・ルミネッセンス）、LD（レーザーダイオード）、プラズマ高周波蛍光灯（例えば 20000 Hz 程度のもの）等がある。

【0035】

したがって、本発明の実施の形態の風力発電装置を用いた光独立栄養培養装置によれば、単に太陽光の光合成に依存する光合成に比べて大幅に高効率で微細藻類を培養することができる。また、本発明の光独立栄養培養装置は培養エネルギーを光に依存しており、減価償却後はメンテナンス費用を除いて略 0 円で供給し続けることのできる電力と、略 0 円で無尽蔵に入手できる大気中の窒素や二酸化炭素（海水培地の場合は更に海水からの肥料（主に 2 価鉄塩を多く含む ds w （海洋深層水））を使用するので、略 0 円で藻類を培養する事が出来る。例えば、風力発電装置の 1 つの発電ブロックが $1.5 \text{ kWh} / 1.8 \text{ m}^2$ （ 30 万円 / 基）の風力発電機を 3 段重ねであり、 50% 変換効率 LED を光源に使用する場合は、 $2.5 \text{ kW} / 0.15 \text{ kW} \times 1000 \mu\text{mol} / \text{m}^2 \text{ s} = 16.67 \times 1000 \mu\text{mol} / \text{m}^2 \text{ s}$ （ $16670 \mu\text{mol} / \text{m}^2 \text{ s}$ ）の光源ができる。ここで、 C3 植物により量子要求 $12 \text{ E}(\text{mol})$ でコメ程度蛋白含有澱粉を造るとして、 $\text{PPF} : 1000 \mu\text{mol} / \text{m}^2 \text{ s}$ を 24 h 照射で行う場合、 $216 \text{ g} / \text{m}^2 \text{ day}$ 得る事ができる。なお、使用する植物が C4 であれば効率が上がり、量子要求 $6 \text{ E}(\text{mol})$ で更に効率が 2 倍に上がる。赤道の PPF を 24 h 換算してみると $2430 \mu\text{mol} / \text{m}^2 \text{ s} \times 8 \text{ h} / 24 \text{ h} = 810 \mu\text{mol} / \text{m}^2 \text{ s}$ となる。したがって、上記北海道の海洋上での風力利用の場合は赤道での太陽光利用 $810 \mu\text{mol} / \text{m}^2 \text{ s}$ ）= 20.6 倍もの PPF を得られる事に比べて（ $16667 \mu\text{mol} / \text{m}^2 \text{ s}$ ）/（が実証できる。コメは太陽光による光合成では通常 $0.8 \text{ g} / \text{m}^2 \text{ day}$ （京都では $\text{day} = 6$ 時間以下）程度しかできないことから、風力により得られる上記コメ程度蛋白含有澱粉は 100% コメに換算する場合を想定すると、 $16.667 \times 216 \text{ g} / \text{m}^2 \text{ day} \times (1 / 0.8) = 4500$ となり、コメ換算では実に米の反収の 4500 倍にもなる。現在、電力から可視光への変換効率 100% の LED も試作されつつあり、これを使用すれば、コメ効率は更に 2 倍になる。なお、ここで言う可視光線とは $400 \sim 700 \text{ nm}$ の波長の光であり、光合成に有効な波長領域の光である。上記説明では、発電機が 3 段重ねの場合であるが、発電機が 6 段重ねの場合のコメ効率は更に 2 倍となる。なお、上記説明では C3 植物により量子要求 $12 \text{ E}(\text{mol})$ での培養について考えているが、使用する植物が C4 であれば効率が上がり、量子要求 $6 \text{ E}(\text{mol})$ で更に効率が 2 倍に上がる。このような桁外れの効率で培養する海水クロレラ、藍藻、珪藻の様な膨大な量の微細藻類は、コメ / パンのような食料を造る原料となり、また、魚の餌として提供できる。したがって、膨大な食料供給ができ食料不足問題を解決することができる。しかも、食物連鎖が 1 段であり汚染の少なさでは究極の養殖餌であり食料の原料となる。

【0036】

また、本発明の実施の形態の風力発電装置を用いた光独立栄養培養装置は、培地内に大気を送って攪拌する攪拌手段に代えて、培地内にナノエアバブル状態の大気を送るナノエアバブル発生手段を備えても良い。なお、ナノエアバブルは、直径がナノレベルサイズのバブルであり、通常は酸素で構成して魚の飼育に使用することが多い。しかし、本発明では主に光合成に必要な CO_2 をナノエアバブル化して使用する。特に、 CO_2 は 2 価のマイナスイオン（ CO_3^{2-} ）として用いることが好ましく、 PH は 7 より小さくすることが好ましい。 PH が 7 のままだと $\text{H}^+ \text{CO}_3^-$ のままである。また、培地内に送り込んだ大気はナノエアバブル状態であることによって、培地内に保持される。その結果、大気を

送る頻度は常時である必要はなく、例えば半月乃至1ヶ月に1回というペースで飽和する程度に送るだけで良い。この構成によれば、一度送り込んだ大気が藻類に消費されるまで培地内に留まる。その結果、常時攪拌と大気の送り込みをする必要はなく、半月乃至1ヶ月に1回というようなペースで大気を培地内に送り込むだけで良いので、培地内への大気の送り込みに要するエネルギーを低減できる。或は、常時大気を送り込む場合であっても、効率良く培地内に留めておく事が出来るので、小規模に送り込むだけで良く、設備を安価に構成できる。

【0037】

また、本発明の実施の形態の風力発電装置を用いた光独立栄養培養装置は、攪拌手段が培地内に大気の他にブドウ糖や酢酸等のエネルギー成分を1部加える構成となっており光独立栄養培養装置が光従属栄養培養装置との組み合わせの混合栄養培養装置を成しても良い。この構成によれば、光独立栄養培養による増殖の効果に加えて、光従属栄養培養との組み合わせの混合栄養培養により、ブドウ糖や酢酸等のエネルギー成分による増殖が行われるので、高価な藻類を簡単に創れる。

10

【0038】

また、本発明の実施の形態の風力発電装置を用いた光独立栄養培養装置は、培地内に2価鉄塩の散布を行い光拡散船を使い光照射拡散体で海中照射しても良い。この構成によれば、光源からの光が光拡散船を使い光照射拡散体で海中照射され培地の表面で反射されることなく100%培地内へと到達するので藻類の培養効率が向上する。また、2価鉄塩の作用により略休眠状態にある藻類の培養を爆発的に活発化できる。例えば、珪藻のキートセラスは2価鉄塩を散布することで、20~300倍のスピードで増殖できる。その結果、2価鉄塩60000トンで大気残留炭酸ガス66億トンを植物プランクトン45億トンと酸素48億トンに10日以内に変換できる。植物プランクトン45億トンは食物連鎖無しで魚の餌として提供でき、PCB、Hg汚染を回避できる。例えば、食物連鎖による汚染の例では、シロクマの場合で35億倍、アザラシの場合で5億倍にも濃縮される。しかし、例えば、ここで培養する藍藻餌は連鎖が1段であり汚染の少なさでは究極の養殖餌となる。その結果、汚染のない6.5億トン以上もの膨大な魚を育てる事が出来る。また、メガフロート上に海水内から無尽蔵にコメ/パンを造る産業を創生できる。

20

【0039】

ところで、上記説明では、風力発電機の設置場所は、海洋上にあることを前提に述べているが、必ずしも、海洋上に限定するものではない。例えば、黒部峡谷等の山中では年間風況が12m/sを超える場所も存在し、海洋上でなくても本発明は実施出来、同様の効果を得る事が出来る。すなわち、光合成に用いる光源のエネルギーが風力発電機により得られた電力であれば、安定した風況を得られる場所である限り昼夜を問わず藻類は光合成をすることが出来、単位面積当たりの藻類の培養効率を太陽光による光合成に比べて大幅に向上出来る。また、海洋上でなくても風力発電機の設置段数を増すことで単位設置面積当りに得られる電力は倍増し、藻類の培養量も倍増出来る。

30