

(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2008-274769

(P2008-274769A)

(43) 公開日 平成20年11月13日(2008.11.13)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)	
FO3B	13/06	(2006.01)	FO3B 13/06	2B104
FO4D	13/16	(2006.01)	FO4D 13/16	A 3H074
FO3D	9/00	(2006.01)	FO3D 9/00	F 3H078
AO1K	61/00	(2006.01)	AO1K 61/00	Z 3H130
AO1K	63/04	(2006.01)	AO1K 63/04	Z

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2007-115813 (P2007-115813)
 (22) 出願日 平成19年4月25日 (2007.4.25)

(71) 出願人 000173809
 財団法人電力中央研究所
 東京都千代田区大手町1丁目6番1号
 (74) 代理人 100087468
 弁理士 村瀬 一美
 (72) 発明者 中岡 章
 東京都千代田区大手町一丁目6番1号 財
 団法人電力中央研究所内
 Fターム(参考) 2B104 CA01 CC01 EA01 EA05 ED35
 EF09
 3H074 AA13 BB13 CC28 CC36 CC38
 3H078 AA02 AA27 BB11 CC01 CC23
 3H130 AA03 AB22 AC03 DD07X DG05X

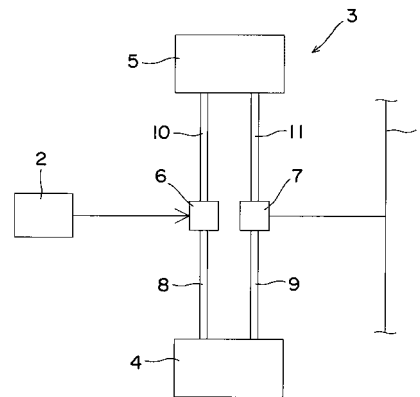
(54) 【発明の名称】 発電システム

(57) 【要約】

【課題】 中規模や大規模な自然エネルギー発電に適した発電システムを提供する。また、自然エネルギー発電を利用して品質の優れた電力を発生させる。

【解決手段】 系統1から切り離された風力発電装置2と、系統1に接続された揚水発電装置3とを備え、揚水発電装置3は、下池4の水を上池5に汲み上げる揚水用ポンプ6と、上池5から落下させた水によって駆動される発電機7とを有しており、風力発電装置2によって作られた電気を使用して揚水用ポンプ6を駆動すると共に、発電機によって作られた電気を系統1に供給する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

系統から切り離された自然エネルギー発電装置と、前記系統に接続された揚水発電装置とを備え、前記揚水発電装置は、下池の水を上池に汲み上げる揚水用ポンプと、前記上池から落下させた水によって駆動される発電機とを有しており、前記自然エネルギー発電装置によって作られた電気を使用して前記揚水用ポンプを駆動すると共に、前記発電機によって作られた電気を前記系統に供給することを特徴とする発電システム。

【請求項 2】

前記揚水発電装置の下池は海、湖沼、河川のいずれかであることを特徴とする請求項 1 記載の発電システム。

【請求項 3】

前記揚水発電装置の上池で水生生物を養殖することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の発電システム。

【請求項 4】

前記揚水用ポンプの吐出流によって前記上池内に水流を生じさせることを特徴とする請求項 3 に記載の発電システム。

【請求項 5】

前記自然エネルギー発電装置は、風力発電装置、潮力発電装置、波力発電装置、太陽光発電装置のうち、少なくともいずれか一つであることを特徴とする請求項 1 から 4 のうちいずれか一つに記載の発電システム。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、発電システムに関する。更に詳しくは、本発明は環境にやさしい自然エネルギーを利用した発電システムに関するものである。

【背景技術】**【0002】**

自然エネルギーを利用した発電として、例えば風力発電がある。特開平 11 - 299106 号公報に開示された風力発電装置を図 3 に示す。この風力発電装置では、風力発電機 101 の発生電力を検知する電力検知器 102 と、風力発電機 101 による発生電力を蓄える蓄電池 103 と、電力検知器 102 からの電力検知信号に基づき発生電力の平均値を求める演算器 104 を備えている。そして、現時点での風力発電機 101 の発生電力が平均値よりも高い場合には、平均値を超過する分の発生電力をコンバータ 105 により直流に変換して蓄電池 103 に蓄える。一方、現時点での風力発電機 101 の発生電力が平均値よりも低い場合には、インバータ 106 を作動させて蓄電池 103 の電力を交流に変換し、平均値を下回る分の電力を電力線 107 に供給している。このようにすることで、風力発電の電圧と周波数の変動を抑制している。なお、図中符号 108 は、演算器 104 からの電力平均値信号 109 及び電力検知器 102 からの電力検知信号 110 に基づき、コンバータ 105 あるいはインバータ 106 へ作動信号 111, 112 を出力する制御器である。

【0003】

【特許文献 1】特開平 11 - 299106 号

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

しかしながら、上述の風力発電装置では、電圧及び周波数の変動を蓄電池 103 を使用して調整しているため、特に中規模や大規模な風力発電には不向きである。また、蓄電池 103 による電圧と周波数の変動の調整にはある程度の限界があり、特に風力発電の規模が大きくなるに従って電力品質が悪化する虞がある。以上の問題は風力発電に限るものではなく、潮力発電、波力発電、太陽光発電等の不安定な自然エネルギーを利用して発電を

10

20

30

40

50

行う自然エネルギー発電全般について当てはまる。

【0005】

本発明は、中規模や大規模な自然エネルギー発電に適した発電システムを提供することを目的とする。また、本発明は、不安定な自然エネルギーを利用して品質の優れた電力を発生させることが可能な発電システムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

かかる目的を達成するために請求項1記載の発電システムは、系統から切り離された自然エネルギー発電装置と、系統に接続された揚水発電装置とを備え、揚水発電装置は、下池の水を上池に汲み上げる揚水用ポンプと、上池から落下させた水によって駆動される発電機とを有しており、自然エネルギー発電装置によって作られた電気を使用して揚水用ポンプを駆動すると共に、発電機によって作られた電気を系統に供給するものである。

10

【0007】

例えば風、潮流、波等の不安定な自然エネルギーを利用した発電では発電機の回転が安定せず、発生させた電力の出力や電圧や周波数が変動するので、そのまま系統に接続することは困難である。一方、揚水発電では上池の水の落下を利用して発電機を回転させて発電を行うので、下池の水を上池に汲み上げる揚水用ポンプの回転が変動しても、発電機の回転の安定性には直接影響しない。本発明では、自然エネルギーを利用した発電装置によって製造した不安定な電気は揚水発電装置の揚水用ポンプの駆動に使用されるので、揚水発電装置の発電機の回転に直接影響を与えない。また、下池の水を汲み上げて上池に貯めることで、自然エネルギー発電装置によって製造された電気エネルギーが位置エネルギーに変換されて蓄えられる。

20

【0008】

また、請求項2記載の発電システムは、揚水発電の下池を海、湖沼、河川のいずれかにしている。したがって、下池として自然のものを利用することができ、下池を人工的に作る必要がなくなる。

【0009】

また、請求項3記載の発電システムは、揚水発電の上池で水生生物を養殖するものである。したがって、揚水発電の設備を利用して水生生物の養殖を発電と一緒に行うことができる。なお、水生生物の養殖が困難にならない程度に上池内の水の水深を維持することは勿論である。

30

【0010】

また、請求項4記載の発電システムは、揚水用ポンプの吐出流によって上池内に水流を生じさせるものである。したがって、養殖に水流を利用することができる。

【0011】

さらに、請求項5記載の発電システムのように、自然エネルギー発電装置を、風力発電装置、潮力発電装置、波力発電装置、太陽光発電装置のうち、少なくともいずれか一つとしても良い。風力発電では風を利用して、潮力発電では潮の流れを利用して、波力発電では波の高さ変動を利用して、太陽光発電では太陽光を利用して、それぞれ発電を行う。したがって、出力や電圧等が変動し、そのまま系統に接続することは困難である。本発明では、これらの手段によって発電した電力は揚水発電装置の揚水用ポンプの駆動に使用されるので、系統に接続された揚水発電装置の発電機の回転に直接影響を与えることがない。なお、風力発電装置、潮力発電装置、波力発電装置、太陽光発電装置のうち、いずれか一つを使用しても良いが、二つ以上のものを組み合わせて使用しても良い。

40

【発明の効果】

【0012】

請求項1記載の発電システムでは、系統から切り離された自然エネルギー発電装置と、系統に接続された揚水発電装置とを備え、揚水発電装置は、下池の水を上池に汲み上げる揚水用ポンプと、上池から落下させた水によって駆動される発電機とを有しており、自然エネルギー発電装置によって作られた電気を使用して揚水用ポンプを駆動すると共に、発

50

電機によって作られた電気を系統に供給するので、不安的な自然エネルギーを利用して品質の良い電力を系統に供給することができる。また、揚水発電の上池を謂わばエネルギーを一時的に蓄えるバッファとして利用するので、例えば蓄電池等を利用する場合に比べて、より大きな規模の風力発電に対応可能で適している。

【0013】

また、請求項2記載の発電システムでは、揚水発電の下池を海、湖沼、河川のいずれかにしているので、下池を人工的に作る必要が無くなり、その分だけ建設コストが下がり、発電コストを軽減することができる。また、上池で水生生物の養殖を行う場合には、餌の食べ残しや糞尿等を海、湖沼、河川に放出することができ、上池の養殖池としての管理が容易になると共に、放出された餌の食べ残しや糞尿等が海、湖沼、河川に生息する水生生物の餌になり、これらの水生生物等の生育を補助することができる。

10

【0014】

また、請求項3記載の発電システムでは、揚水発電の上池で水生生物を養殖するので、上池を養殖池として利用することができ、発電と養殖をそれぞれ単独で行う場合に比べてコストを安くすることができる。また、養殖中の水生生物の餌の食べ残しや糞尿等を上池の水と一緒に下池に落下させることができるので、上池の水を清浄に維持できる。また、揚水発電に使用される上池は一般的には広大なものであり、大型水生生物や泳ぎ回る必要がある水生生物の養殖に適した養殖池を提供することができる。

【0015】

さらに、請求項4記載の発電システムでは、揚水用ポンプの吐出流によって上池内に水流を生じさせるので、養殖に水流が必要な例えばマグロ等の水生生物の養殖が可能になる。

20

【0016】

また、請求項5記載の発電システムのように、自然エネルギー発電装置が、風力発電装置、潮力発電装置、波力発電装置、太陽光発電装置のうち、少なくともいずれか一つとしても良い。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

以下、本発明の構成を図面に示す最良の形態に基づいて詳細に説明する。

【0018】

図1及び図2に本発明の発電システムの実施形態の一例を示す。発電システムは、系統1から切り離された自然エネルギー発電装置2と、系統1に接続された揚水発電装置3とを備え、揚水発電装置3は、下池4の水を上池5に汲み上げる揚水用ポンプ6と、上池5から落下させた水によって駆動される発電機7とを有しており、自然エネルギー発電装置2によって作られた電気を使用して揚水用ポンプ6を駆動すると共に、発電機7によって作られた電気を系統1に供給するものである。本実施形態では、自然エネルギーとして例えば風力を利用しており、自然エネルギー発電装置2は例えば風力発電装置(以下、風力発電装置2という)である。

30

【0019】

風力発電装置2は、プロペラの回転によって駆動される風力発電機を備えている。この風力発電装置2は例えば多数設置されており、風力発電所を構成している。各風力発電装置2の発電機によって作られた電気は揚水発電装置3の揚水用ポンプ6に供給される。

40

【0020】

揚水発電所を構成する揚水発電装置3は、例えば海を下池4として利用する海水揚水発電装置である。海底には海水を揚水用ポンプ6に取り込む汲み上げ用配管8と、発電機7を回転させた海水を下池4としての海に排出する戻り用配管9が設置されており、各配管8, 9の先端開口は例えば外洋の海底に配置されている。なお、各配管8, 9の先端開口を外洋の海底以外の場所、例えば内洋の海底等に配置しても良い。

【0021】

陸上に設けられた上池5内には、揚水用ポンプ6の吐出流によって水の流れが生じてい

50

る。上池 5 の平面視形状は例えば円形となっており、水生生物が上池 5 内を回りながら泳ぎ続けることができる。上池 5 は、前記円形が例えば最低でも半径 100 m 程度の規模となっている。ただし、上池 5 の規模はこの規模に限るものではなく、風力発電や後述する養殖の規模等に応じて適宜変更可能である。上池 5 と揚水用ポンプ 6 とは上り用配管 10 によって、上池 5 と発電機 7 とは下り用配管 11 によってそれぞれ接続されている。上り用配管 10 は上池 5 の吐出口 5 a に、下り用配管 11 は上池 5 の放水口 5 b にそれぞれ接続されている。吐出口 5 a には開閉扉 12 が、放水口 5 b には開閉扉 13 がそれぞれ設けられている。汲み上げられた海水が吐出口 5 a から吐出される際には、開閉扉 12 は開かれる。また、開閉扉 13 が開くと、放水口 5 b から海水が放出される。上池 5 には揚水用ポンプ 6 によって汲み上げられた外洋の海水が貯められている。上池 5 には水深を測るセンサ 14 が設けられている。

10

【0022】

なお、本実施形態では、揚水用ポンプ 6 を 1 台備えているが、複数台備えていても良い。同様に、本実施形態では、発電機 7 を 1 台備えているが、複数台備えていても良い。

【0023】

上池 5 は水生生物の養殖池となっており、例えば上池 5 の規模に見合った比較的大型の魚類の養殖が可能である。本実施形態では、例えばマグロの養殖が行われている。

【0024】

次に、発電システムの作動について説明する。

【0025】

風力発電装置 2 の発電機によって電気が作られると、作られた電気によって揚水発電装置 3 の揚水用ポンプ 6 が駆動され、新鮮な外洋の海水が汲み上げ用配管 8 の先端開口から吸い込まれて上り用配管 10 から上池 5 に汲み上げられる。また、上池 5 の放水口 5 b の開閉扉 13 を開くと、その開度に応じた量の上池 5 内海水が放水口 5 b から下り用配管 11 内へと落下し、発電機 7 を駆動させた後、戻り用配管 9 から外洋に戻される。そして、発電機 7 によって作られた電気は系統 1 に供給される。なお、開閉扉 12, 13 は例えば電動モータや油圧シリンダ等のアクチュエータを使用して開閉しても良いし、手動によって開閉しても良い。

20

【0026】

一般的な風力発電では風向きや風速等によって発電の出力、電圧、周波数が変動する。しかしながら、本発明の発電システムでは風力発電装置 2 によって作られた不安定な電気は、系統 1 に接続されている発電機 7 の回転には直接影響を与えない。このため、揚水発電装置 3 では安定的で品質の良い電気を系統 1 に供給することができる。

30

【0027】

揚水用ポンプ 6 によって上池 5 に汲み上げられた海水は吐出口 5 a から吐出される。このため、上池 5 内には水流が発生する。吐出口 5 a は上池 5 の周壁 5 c にその壁面に沿う方向に向けて形成されているので、図 2 に矢印で示すように、上池 5 内を循環する水流が形成される。このため、養殖に海水の流れが必要な水生生物、例えばマグロ等の養殖に適している。また、上池 5 は例えば大規模なものであり、例えばマグロ等の大型魚類や水流に乗って泳ぎ回る習性のある魚類の養殖に適している。なお、図 2 は開閉扉 12, 13 が両方とも開いている状態を示している。

40

【0028】

上池 5 内の餌の食べ残しや糞尿等は上池 5 内の海水と一緒に外洋に排出される。また、揚水用ポンプ 6 の駆動によって新鮮な海水が外洋から上池 5 内に汲み上げられる。即ち、上池 5 内の海水の入れ換えが行われることになり、養殖池としての上池 5 の水質管理が容易になる。また、外洋に排出された餌の食べ残しや糞尿等は外洋に生息する水生生物の餌となる。さらに、上池 5 内の海水を外洋の海底に排出することで、例えば外洋の海底に溜っているごみやヘドロ等を流すことができ、海底を清掃することができる。

【0029】

上池 5 内に貯められた海水の深さはセンサ 14 によって常に監視されている。養殖に支

50

障をきたす虞が生じる程度に上池 5 内の海水の水深が浅くなったことをセンサ 1 4 が検出すると、放水口 5 b の開閉扉 1 3 が閉じられる。このため、上池 5 内の海水の水深が浅くなり過ぎるのを防止することができ、水性生物の養殖を継続することができる。

【 0 0 3 0 】

また、例えば数日もの長期間にわたり十分な風がない場合や故障等により風力発電ができない場合には、系統 1 から供給される電気や非常用の発電機等を使用して作った電気によって揚水用ポンプ 6 を駆動し、海から海水を汲み上げるようにしても良い。

【 0 0 3 1 】

また、揚水発電は養殖に支障を来さない範囲で常時行っても良いし、例えば電力需要の増加時に揚水発電を行うようにしても良い。

10

【 0 0 3 2 】

風力発電は自然の風を利用して発電を行うので、電力需要とは無関係に電気が作られることになる。一方、発電所では基本的に電力需要にあわせて発電を行う必要がある。本発明の発電システムでは、風力発電と揚水発電とを組み合わせることで、風力発電に起因した電力を電力需要にあわせて系統 1 に供給することができる。

【 0 0 3 3 】

風力発電では、自然の風を利用していることから出力や電圧や周波数が変動し、高品質の電力を直接得にくい。このような電力を系統 1 にそのまま供給すると、系統 1 の電力全体の品質を悪化させることになる。特に、風力発電に適した地域は電力需要が少ない地域でもあることが多く、その地域に供給される電力全体に占める風力発電の割合は相対的に大きくなることから、電力品質の悪化は著しくなる。このため、バッテリーなどによる蓄積を介して風力発電による電力を系統 1 に供給することが行われている。小規模の風力発電地点であれば N a S 電池などによる蓄積も一つの解決策ではあるが、大規模の風力発電地点には不向きである。

20

【 0 0 3 4 】

風力発電に適した地域には大規模な風力発電所を設けることが期待されており、大規模な風力発電所に適したエネルギー蓄積施設の実現が要請されている。本発明の発電システムでは上池 5 がエネルギー蓄積施設であり、エネルギー蓄積施設が大規模なものとなる。このため、大規模な風力発電所に適した発電システムを実現することができる。

【 0 0 3 5 】

上池 5 を養殖池とすることの利点として、常に新鮮な海水を養殖に利用することができること、上池 5 内の水温を海水の温度におおむね維持できること、上池 5 内に余った餌や水生生物の糞尿が貯まらず外洋に放出できること、放出された餌や水生生物の糞尿が外洋に生息する魚類の餌になること、等があげられる。また、上池 5 は陸上に設けられており、養殖中の水性生物が海に逃げ出したり、養殖に使用する網等が流されることもない。さらに、揚水発電の上池 5 を利用するため大規模な養殖池の確保が容易であると共に、養殖池の水の入れ替え、水の汚れ対策、水温調整等のために必要なエネルギーを風力発電装置 2 によって得ることができ、他のエネルギーを消費することがない。

30

【 0 0 3 6 】

養殖する水性生物からみた発電システムの特徴として、以下があげられる。

(a) 養殖池を大規模なものにできるため、大型魚 (1 0 キロを超えるような大型魚) の養殖が可能となる。もちろん小型魚や海藻類貝類の養殖にも適している。即ち、養殖池としての上池 5 を人工の小型の海や湖として考えることができるので、海生の生物、湖沼の生物はすべて養殖可能である。例えば、海洋魚：マグロ、カンパチ、ブリ、タイ、フグ、スズキ、グレ等、淡水魚：チョウザメ、ヤマメ、イワナ、マス、コイ、フナ等、貝類：アワビ、トコブシ、サザエ、カキ、ミルガイ、パイガイ、ハマグリ、アサリ、アカガイ等、海藻類：コンブ、ワカメ、アラメ、カジメ等、その他：甲殻類としてエビ、カニの仲間等が例示されるが、これらに限るものではない。なお、海藻類には貝類の餌になるものが含まれる。

40

(b) マグロを代表とする需要に対して自然界で生産量が落ちてバランスが取れない魚種

50

を養殖する仕組みが完成する。

(c) 特にマグロに代表される常時泳ぎ続けなければ生きられない魚種の養殖には、大型の水槽と水流が必要であり、本発明は適している。

(d) 小型魚や水流に流されやすいものの養殖においては、外洋で養殖を行う場合と同じように上池5内の例えば中心部にネットを設置することで、十分に養殖が可能である。図2に2点鎖線でネット15の設置例を示す。ネット15内での養殖には、例えば小型の水生生物や水流に流されやすい水生生物が適している。養殖する魚の大きさについて出世魚を例にすると、モジャコ～ワカシ程度の大きさのものはネット15内での養殖が、イナダ～ブリ程度の大きさのものはネット15外での養殖がそれぞれ適していると考えられる。また、水流に流されやすい水生生物としては、例えばフグやヒラメ等のような動きの少ない魚、海藻類、海藻を餌にしている貝類などが例示され、これらもネット15内での養殖に適している。

10

(e) 上池5で多種の水生生物を同時に養殖することも可能である。

(f) 風力発電の電力は上池5への水の汲み上げと上池5内での水流発生のために使われ、通常の揚水発電とは異なる運用を図るため、微風でも風さえ吹けば揚水用ポンプ6を駆動させて新鮮な海水を上池5に汲み上げることが可能である。

【0037】

また、海水揚水発電所の運用での特徴として、以下があげられる。

(a) 通常の揚水発電所と異なり、集中的に水を汲み上げ、集中的に発電のために水を落とすシステムとは水の汲み上げの条件が大きく異なる。即ち、風力発電による電力は全て水の汲み上げに利用されるため、風さえ吹けば、水を汲み上げることが可能である。

20

(b) 電力事業者にとっては、上池5による水の貯蔵量および、大まかな風況予測(明日強い風が吹くかどうか等)のみで、事業者の思いのままに利用して発電できる。

(c) これにより、時々刻々変化する発電量を予測できずに、今まで品質が劣るとして敬遠された風力発電による電力を最大限活用することができる発電システムとなる。

(d) 市場価値の高い水生生物を養殖することで、施設の建設に関わる負担を軽減すると共に、付加価値が高まり、相乗効果を生む。

(e) ただし、従来 of 揚水発電のダムのように、ぎりぎりまで水を落とすことはできないため、養殖の規模(単位海水体積あたりの匹数、体重、魚種)とのバランスで最低水深を決めることが必要である。

30

【0038】

なお、上述の形態は本発明の好適な形態の一例ではあるがこれに限定されるものではなく本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々変形実施可能である。例えば、上述の説明では、揚水発電装置3の下池4として海を利用していたが、必ずしも海に限るものではなく、湖沼や池、河川等を利用しても良い。

【0039】

また、必ずしも下池4として自然の海等を利用する必要はなく、人工的に作った池等を利用しても良い。

【0040】

また、上述の説明では、揚水発電装置3の上池5を使用して水生生物の養殖を行っていたが、養殖を行わなくても良い。

40

【0041】

また、上述の説明では、揚水発電装置3の揚水用ポンプ6の吐出流によって上池5内に養殖に必要な水流を生じさせるようにしていたが、このように意図的な水流を生じさせなくても良い。

【0042】

また、上述の説明では、自然エネルギーとして例えば風力を利用していたが、即ち自然エネルギー発電装置2が例えば風力発電装置であったが、これに限るものではない。自然エネルギーとして例えば潮力、波力、太陽光エネルギー等を利用しても良く、即ち潮が流れる力を利用した潮力発電装置、波が上下する力を利用した波力発電装置、太陽光エネル

50

ギーを利用した太陽光発電装置等であっても良い。勿論、その他の自然エネルギーを利用する発電装置であっても良い。

【0043】

例えば、潮力発電装置の場合には、潮の流れによってプロペラを回して発電を行い、その電力で揚水用ポンプ6を駆動することが考えられる。また、波力発電装置の場合には、波の高さ変化によって圧縮空気を発生させ、この圧縮空気によって発電機を回転させて発電を行い、その電力で揚水用ポンプ6を駆動することが考えられる。また、太陽光発電装置の場合には、太陽電池を使用して発電を行い、その電力で揚水用ポンプ6を駆動することが考えられる。

【実施例1】

【0044】

本発明の発電システムの規模について試算を行った。

(1) 風力発電所と海水揚水発電所の運用方法

(a) 風力発電装置2によって作られた電気が系統1の電気を乱すことがないように、風力発電装置2の電力は全て下池4の海水を上池5に汲み上げるのに専用するものとした。

(b) 揚水発電装置3の揚水用ポンプ6と発電機(発電用ポンプ)7は共用せず、別置型とした。

(c) 上池5に汲み上げられた海水のうち、半分は汲み上げと同時に落下させて発電機7による発電に利用するものとした。

(d) 上池5に汲み上げられた海水のうち、残りの半分は一日のうちに落下させて発電機7による発電に利用するものとした。

【0045】

(2) 風力発電所の想定(実際の発電所を例にして)

(a) 宗谷岬ウィンドファーム(57,000kW、標高100~170m)

(b) 岩屋ウィンドファーム、尻労ウィンドファーム(32,500kW、19,250kW、標高250~320m)

なお、いずれの発電所も設備利用率20%と仮定した。また、いずれの発電所も一日あたりの発電量を最大年間発電量の1%と仮定した。試算結果を表1に示す。

【0046】

【表1】

サイト名	最大発電出力(kW)	年間発電電力量(kWh)	一日最大発電量(kWh)
宗谷岬	57,000	99,864,000	998,640
岩屋・尻労	51,750	90,666,000	906,660

【0047】

(3) 揚水発電所の設備規模(水生生物の養殖を前提にして)

(a) 風力発電の一日最大発電量のうち、半分を汲み上げと同時に揚水発電に使用し、残り半分を完全に貯まったものを需要にあわせて最大5時間で発電に使用できる規模とした。

(b) 上池5に貯められた海水のうち、水深が2/3までのものが発電に使用され、残り1/3は養殖のための最低限の水量として残した。

(c) 揚水用ポンプ6と発電機7の効率をそれぞれ85%と仮定した。

(d) 上池5の形状は計算を簡便にするため円筒型(円周>水深)とした。

【0048】

試算結果を表2に示す。なお、比較のために、沖縄海水揚水発電所についてのデータも記載した。

【0049】

10

20

30

40

【表 2】

サイト名	一日最大発電量(kWh)	時間最大発電出力(kW)	有効落差(m)	流量(m ³ /s)	上池体積(m ³)	水深(m)	上池直径(m)
宗谷岬	721,517	72,152	120	61	1,647,000	30	264
岩屋・尻労	655,062	65,506	280	24	648,000	20	203
(参考)沖縄	180,000	30,000	136	26	564,000	20	250

10

【0050】

(4) 実現の可能性

【0051】

揚水用ポンプ6と発電機7の効率をそれぞれ85%とすると、全体の効率は85%×85%=72%となる。即ち、風力発電量の72%(汲み上げ時、発電時のロスを除く)は、高品質電力の発電量となることが確認できた。その結果、発電システムの実現は十分可能であることがわかった。

【実施例2】

【0052】

20

上池5での水性生物の養殖について、試算を行った。

(I) 先ず、上池5での水性生物の養殖のメリットについて検討を行った。その結果を以下に示す。

(a) 一般的に陸上での水性生物の養殖は、水槽の規模との関係があることから、大型魚の養殖は困難である。しかしながら、本発明では、上池5は大規模なものであることから、大型魚の養殖も可能である。

(b) 水性生物の中でも常時高速で泳いでいないと生存できないものは、小型水槽では衝突による損傷が激しい。しかしながら、本発明では、大規模な上池5を使用することから、また、上池5への水の汲み上げ時に一定方向の水流を作ることが出来ることから、養殖により好ましい条件が整う。

30

(c) 風が吹く限り、新鮮な酸素や有機物を多く含む外洋の海水が上池5内に供給され、上池5内の海水はほぼ一日で入れ替えられることとなる。

(d) 風が吹く限り上池5に外洋の海水が汲み上げられることにより、たとえ気温が低い地域であっても上池5内の水温をほぼ外洋の水温に維持できる。

(e) 水槽内に蒔かれた餌および発生する糞尿は、外洋に放出されることになるが、湾内養殖と異なり、外洋に生息する海産物の餌となることで浄化されるし、さらには集魚の役にも立つ。

(f) 上池5は直径100メートルを超える規模の流れるプール状態の池ではあるが、上から見た中心部は流れも少ないことから、稚魚や海藻、さらにはサザエやアワビなどの貝類の養殖にも適した環境となる。

40

【0053】

(II) 最大のメリットとなると考えられる大型回遊魚としてマグロを例に評価する。

(1) マグロ養殖に必要な条件として、以下の事項が知られている。

- ・ストレスなくマグロを養殖するためには、最低4m³/匹が必要である。
- ・マグロは30km/hの平均速度で回遊する。
- ・餌は1kg/匹/日程度必要である。
- ・30kg~40kgの重さのマグロで4000円~5000円/kgで販売可能である。

【0054】

(2) 上記条件に基づき、宗谷岬ウインドファームクラスの上池と岩屋ウインドファーム

50

・尻労ウインドファームクラスの上池でマグロ養殖を行う場合について試算を行った。

【0055】

先ず、養殖できる匹数について試算を行った。試算では、上池の水深の1/3が確保されたとしている。なお、各ウインドファームの上池の体積は表2の通りである。宗谷岬ウインドファームクラスでは、上池体積が 1647000 m^3 、水深が1/3、最低必要なスペース 4 m^3 /匹とすると、 $1647000 \div 3 \div 4 = 137000$ 匹となる。また、岩屋・尻労ウインドファームクラスでは、上池体積が 648000 m^3 、水深が1/3、最低必要なスペース 4 m^3 /匹とすると、 $648000 \div 3 \div 4 = 54000$ 匹となる。即ち、宗谷岬ウインドファームクラスの上池では137000匹、岩屋・尻労ウインドファームクラスの上池では54000匹の養殖が可能である。

10

【0056】

次に、餌の必要量について試算を行った。餌の必要量は $1\text{ kg} (= 0.001\text{ t})$ /匹/日であるので、宗谷岬ウインドファームクラスでは、 $137000 \times 0.001 = 137\text{ t}$ となる。また、岩屋・尻労ウインドファームクラスでは、 $54000 \times 0.001 = 54\text{ t}$ となる。即ち、必要となる餌は、宗谷岬ウインドファームクラスでは137t/日、尻労ウインドファームクラスでは54t/日となる。

【0057】

次に、収益について試算を行った。養殖期間を2年半として、一匹あたり15.8万円で売れたと仮定した。ここで、15.8万円は、35kgのマグロが4500円/kgで売れたとした場合の一匹あたりの値である。宗谷岬ウインドファームクラスでは、 $137000 \text{ 匹} \div 2.5 \text{ 年} \times 15.8 \text{ 万円} = 86 \text{ 億円/年}$ となる。また、岩屋・尻労ウインドファームクラスでは、 $54000 \text{ 匹} \div 2.5 \text{ 年} \times 15.8 \text{ 万円} = 34 \text{ 億円/年}$ となる。

20

【0058】

宗谷岬ウインドファームクラス、岩屋・尻労ウインドファームクラスの揚水発電所の建設費は例えば50万円/kW程度であり、総額ではおおよそ300億円～350億円程度かかる。これらの施設は通常は50年程度は持つので、年あたりの減価償却は6億円から7億円程度になる。ここで、上記試算によると、年間34億円から86億円の売上があるので、必要経費(餌代、人件費、輸送代)を含めても、採算性があると考えられる。一方、風力発電の設備費は、発生する電気を電力会社に売却することで償却できるので、通常風力発電適地であれば、特に余計な費用がかかることはない。また、電力会社は、通常安定した発電設備として運用できることから、風力発電会社からの買取価格より販売価格が高くなり、運用することによる収入がある。また、養殖業者においても、安定した気象に影響しない養殖場を確保できることから、上池利用料を支払ってもリスクが少ない分だけ収入が増加することになる。すなわち、風力発電をする企業、揚水の水を使って電気を売る企業、海産物を養殖する企業、すべてが金銭的に満足できるシステムが完成することがわかった。

30

【図面の簡単な説明】

【0059】

【図1】本発明の発電システムの実施形態の一例を示す概念図である。

【図2】同発電システムの上池を示す概念図である。

【図3】従来の風力発電装置の概念図である。

40

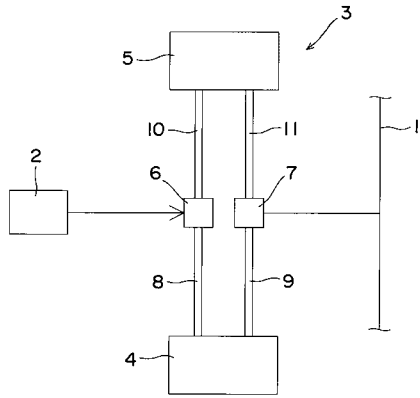
【符号の説明】

【0060】

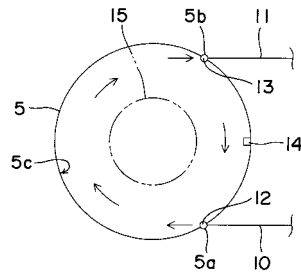
- 1 系統
- 2 風力発電装置(自然エネルギー発電装置)
- 3 揚水発電装置
- 4 下池
- 5 上池
- 6 揚水用ポンプ
- 7 発電機

50

【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】

