超小型風力発電システムの環境計測

|  |  |
| --- | --- |
| E05041 今野雄介 | 指導教員 藤田吾郎 |

1. 研究背景

近年，風力発電・太陽光発電等の自然エネルギーを利用した発電方式は，二酸化炭素排出や放射性廃棄物等の環境汚染物質の排出が少なく環境負荷が小さいことから地球温暖化の防止対策として注目されている。[1]また，風力発電は，再生可能エネルギーの中でもエネルギーコストが比較的安価かつ安定であるので世界的に見ると導入が進んでいる。[1]日本においても，環境問題への関心が高まり，1990年代から風力発電の導入は進んでおり，発電機の大容量化に伴い風力発電の導入容量も増加している。[4]一方，一般家庭においても環境への関心の高まりと共に，太陽光発電などの自然エネルギー発電導入が進んでいる。[3]しかし，発電量，設置環境等における明確な指標がないのが現状である。

２. 研究目的

本稿では，前述した点を考慮して，一般家庭においても購入・設置可能な小型風力発電機の出力特性や導入検討方法を新たに提案することを目的とする。

3. 風力エネルギーについて

風力発電機により得られる発電量は，風速と風車の受風面積によって求められる。そこで本稿では，風速を実測し，得られたデータから発電量を試算する。また，全国各地の風速，過去の風速については実測が不可能なため気象庁のデータベースより引用し試算し，実測値と比較する事で両者の等価性を検討し，発電量を試算する。

しかし，気象庁の観測値と実際に導入を検討している地点の高度は常に等しいとは限らない。風速は高度によって異なり，一般に地表付近の風速は，地表面の摩擦の影響で上空に比べて弱い。どの程度弱くなるかは大気安定度や地表の粗度によって異なるが，次式(1)で表され「べき法則」にしたがうとされている。αは，観測点における風上からの方向の粗度によって決まる。αとして一般に認められた値を，以下の表1に示す。[4]

…(1)

　　：地上から高さ*Z*[m]における風速

　　：測定地点の高さ[m]における風速

　　：測定地点の高さ[m]

　　：地上からの高さ[m]

　　α：垂直ウインドシアーの指数

表1　垂直ウインドシアーの指数

|  |  |
| --- | --- |
| 祖度の類別 | α |
| 非常に低い祖度（平坦な氷、静かな海） | 0.10 |
| 低い祖度（草地、低地、何もない野原） | 0.16 |
| 平均的な祖度（低木の茂み、まばらな樹木） | 0.20 |
| 平均的な祖度（村落、分散した家庭） | 0.28 |
| 高い祖度（高い建物がある町） | 0.40 |

実測値と気象庁のデータを比較したグラフを図1に示す。なお，豊洲実測が2008年9月15日～10月2日豊洲校舎交流棟屋上7Fにて測定した値，豊洲換算が同日同時刻における東京管区気象台の測定値を(1)式により豊洲校舎の屋上の高さに換算した値である。



図1　気象庁・豊洲実測風速比較

4. 風力エネルギー量試算・結果

4.1.試算方法

気象庁のデータベースから得られた風速データより，東京・大阪・福岡・稚内の4地点の風力エネルギー量を試算した。各地点の1999年～2008年の風速から平均年間風速分布を割り出し，得られるエネルギー量に換算した。換算式を式(2)に示す。

${E=ρAV^{3}}/{2}$　…(2)

*E*：エネルギー[W]

ρ：空気密度　$=1.293\left[kg/m^{3}\right]$ (0℃,1気圧)

*A*：受風面積[$m^{2}$]

*V*：風速[$m/s$]

なお，受風面積Aは$1\left[m^{2}\right]$とした。

　4.2.試算結果

以下図2,3に試算した各地点のグラフを示す。なお，一般的な小型の風力発電機の発電開始風速は2.5[m/s]と言われているため，以下の図2.3においては2.5[m/s]以上の風速の累積である。

また，同様に豊洲校舎交流棟屋上7Fにて2009年6月16日～7月3日にて測定した風速から算出したエネルギー量を図4,5に示す。

5. 結果・考察

　図2で得られたエネルギー量の平均値を求めると，東京51.2[Wh],大阪25.7[Wh],福岡39.6[Wh],稚内132.2[Wh]という値が得られた。また豊洲校舎における測定では51.8[Wh]であった。しかしこの値は、風の持つエネルギー量を試算した値であって，実際には発電機等の効率を考えるとこれよりも低い数値になる事が予想される。そうなると家庭に導入したとしても電力的な利得を得ることは難しい。いかにして効率よく風のエネルギーを電力に変換するかが重要である。

　また，図3,5から，福岡では北向き，東京では北北西と南西，大阪では西から西南西と，測定地点によってある程度風向に規則性があることが読み取れる。風向は設置環境にも左右されると考えられるので，設置環境における風向を考慮した上で風車を取り付ける向きを決定する事で，より高効率で発電電力が得られるものと考えられる。

6. 今後の展望

　今後，具体的な設置場所の検討や，集風器を用いる事や風車形状などによる発電機の高効率化の方法を検討していきたい。また，今回はビルの屋上などに設置する事を想定して検討したが，その他にも設置できる場所がないか検討していきたい。

参考文献

[1]　NEDO 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 新エネルギー技術開発部，「日本における風力発電設備導入実績」(2008)

 http://www.nedo.go.jp/library/fuuryoku/

[2]　谷口謙悟・一柳勝宏・雪田和人・後藤泰之，「風力発電のための広域気象データによる風速時系列予測の検討」，平成20年電気学会電力・エネルギー部門大会，Vol.128，No.2 (2008)

[3]　平尾雅彦・傍田光路・伊藤瞭介・川上勝史，「小型風力発電機のライフサイクルインベリトリ分析」，第4回日本LCA学会研究発表会講演要旨集　(2009-3)

[4]　NEDO 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構，「風力発電導入ガイドブック」(2005)



図2　気象庁　累積エネルギー量

[J]



図3　気象庁　風向別累積エネルギー量



図4　豊洲校舎実測　累積エネルギー量



[J]

図5　豊洲校舎実測　風向別累積エネルギー量