

ファブリックヒーターを用いた冬期芝利用に関する検討

豪雪地帯における冬期の芝養生方法

屋柝下 亮*¹

Keywords : fabric heater, snow melting, utilization of turf in winter, heavy snowfall area, maintenance

ファブリックヒーター, 融雪, 冬期芝利用, 豪雪地帯, 養生

1. はじめに

東北地方や北海道の日本海側や北信越地方は世界でも有数の豪雪地帯で、一冬で累計して5,000 mm以上の積雪がある。そういった豪雪地帯にあるサッカースタジアムなど天然芝グラウンドを備えたスポーツ施設では、冬期間中、グラウンドを使用することができない。また、Jリーグに使われるスタジアムでは2月中下旬の開幕に向けて時間と労力をかけて除雪しなければならず、利用期間が制限される上に運営に負荷がかかってしまう。なお、冬期間中、芝生を利用するために除雪してしまうと、芝が寒気にさらされ、凍結害によって枯れやすくなるという問題も生じてしまう¹。

そこで、本研究では、通電すると発熱する繊維をPET製シートなどで被覆したファブリックヒーターを芝生の上に敷設して、冬期間中、雪を融かしながら芝を維持する方法について検討した。

2. 材料および方法

2.1 ファブリックヒーターの設置

今回の試験には、株式会社Fabtech製のファブリックヒーターを用いた。このヒーターは芝の育成に配慮して、芝の上にヒーターを敷設したときでも日射が得られるように、透明のPET製シートを被覆材に使用し、また、繊維と繊維の間に1 mm程度の間隔を設けている。

なお、芝の上に直接、ファブリックヒーターを置いてしまうと芝が蒸れて痛んでしまうため、芝の上にプラスチック製繊維からなる3次元網状体を敷いて、その上にファブリックヒーターを敷設することとした。ヒーター表面の熱によって上から降ってくる雪を溶かし、3次元網状体内の空間も温まることによって、冬期

間中、芝が低温にさらされることなく維持できると考えた。さらに、通気性があり、且つ保温性も備えた芝養生シートで3次元網状体を覆うことによって、3次元網状体内の温度が保たれるような構成とした(図-1)。

2.2 試験計画

札幌市内にある天然芝グラウンドの一角をお借りして、試験区を設置した。2021年12月21日に、25 cmほど積もっていた雪を除雪して、芝生の上に3次元網状体、芝養生シート、ファブリックヒーター(幅900 mm×長さ1,800 mm)の順で設置した(写真-1)。なお、ファブリックヒーターの制御方法を検討するために2つの試験区を用意し、各ヒーターに制御装置を付けて、異なる条件で稼働することとした。試験区Aではヒーターの出力が30%一定になるよう設定し、試験区Bではヒーター表面に温度センサーを設置して、ヒーターの表面温度が5℃になるよう出力制御する設定とした(写真-1)。

2.3 調査項目

2021年12月末より、Jリーグの開幕を想定して2022年2月16日までファブリックヒーターを稼働した。その間、2つの試験区における融雪状況を観察記録すると

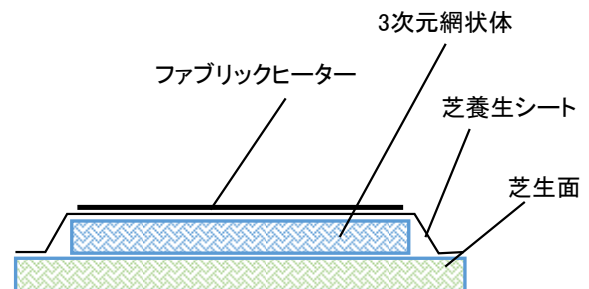


図-1 ファブリックヒーターの設置断面図
Fig.1 Setting of the fabric heater

*1 技術センター 都市基盤技術研究部 空間研究室



写真-1 試験区の設置状況 (2021年12月21日)
Photo.1 Test plots of the fabric heater

ともに、各試験区の中央部にシート表面と芝生面に温度ロガーを設置し、各部位の温度を5分間隔で記録した。ほか、各試験区の制御装置に電力計をつけて、電力使用量を計測した。

芝の生育状況については、ヒーターを撤去した後、試験区A、B、および試験区周囲でヒーターを設置していないエリア(対照区)の計3ヶ所より、径10cmの芝サンプルを3ヶ掘り取り、そこに含まれる芝の芽数や地上部および地下部の乾物重、貯蔵糖分量といった生育量を計測した。さらに、スポーツに適した品質が維持されているか評価するために、クレグインパクトソイルテスターを用いて芝の表面硬度を計測した。

3. 結果および考察

3.1 融雪状況

札幌では、2021年12月～2022年2月にかけて平年の1.2倍程度の雪が降り、3ヶ月で437cmの降雪があった(アメダス気象データより)。1月11日から12日にかけて27cmの降雪があったときの試験区A、Bの状



写真-2 2022年1月における融雪状況
Photo.2 Figure of test-plots on January 12th.

況を写真-2に示す。出力を30%一定にして稼働した試験区A(向かって左側)ではヒーター表面に雪が残っていたが、時間の経過とともに雪は溶けた。ヒーターの表面温度が5℃になるよう制御した試験区Bでは、ヒーターの上に雪は積もっていなかった。試験期間中、試験区Bに雪が積もることはほとんどなかった。

試験終了時(2月16日)にファブリックヒーターを撤去したときの状況を写真-3に示す。試験区の周囲に90cmほどの積雪があったが、試験区A、Bともヒーターの上に雪は積もってなく、ヒーターの下には緑色の芝が維持されていた(写真-3)。



写真-3 ヒーター撤去時の芝の状態 (2022年2月16日)
Photo.3 Figure of turfs after removing of the fabric heater

3.2 温度データ

計測していた温度データのうち、ファブリックヒーターが安定して稼働するようになった1月20日から試験終了前日の2月15日までの、各試験区のヒーター表面と芝生面における温度データをそれぞれ、図-2、図-3に示す。

1月20日から2月15日の間で平均した試験区Aのヒーター表面温度は5.4℃で、試験区B(4.1℃)に比べて

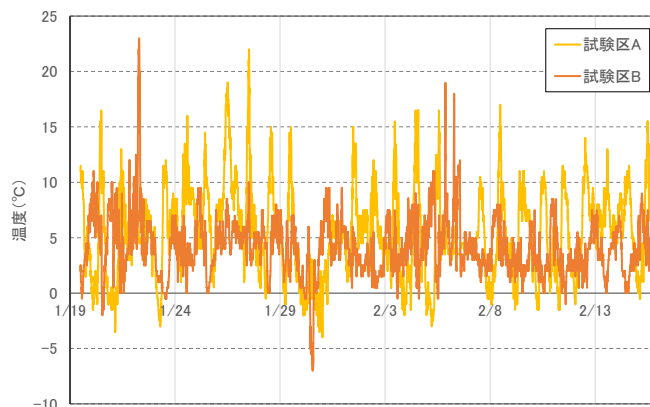


図-2 ヒーター表面温度の推移
Fig.2 Temperatures on the fabric heater

高かった。但し、試験区 A ではヒーターの表面温度が大きく変動し、一日の最高温度が 15°Cを上回る日あれば、最低温度が氷点下になることもあった。それに対して、ヒーターの表面温度が 5°Cになるよう出力制御した試験区 B では、出力制御が追従できず極端に温度が上がったり下がったりしてしまう時間帯もあったが、ヒーターの表面温度は凡そ 0~10°Cの間で推移した。

調査期間中の芝生面における平均温度は、試験区 A で 3.5°C、試験区 B では 3.3°Cで、大きな差は見られなかった。但し、芝生面でも試験区 A において温度が大きく変動し、芝生面の温度が氷点下になることがあった。試験区 B では芝生面の温度があまり変動せず、3~6°Cで保たれていた。

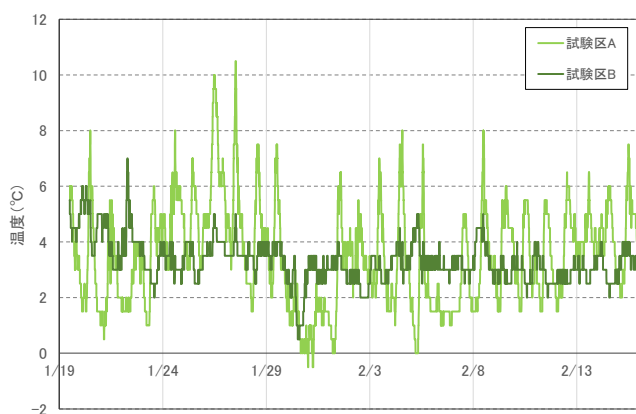


図-3 芝表面温度の推移
Fig.3 Temperatures on the turf surface

3.3 電力消費量

各試験区の制御装置に電力計を設置し、ヒーターの制御方法を変えることによって電力消費量に差が生じたのか検証した。電力計で計測した値を基に一日の平均電力消費量を算出し、札幌のアメダス観測点にて計測された日平均温度と合わせて、図-4にて試験区 A, B における電力消費量を比較した。

試験区 A は出力 30%一定で稼働したため、外気温の影響を受けず、日平均の電力消費量はほぼ一定で、0.34 kWh 程度だった。それに対して、ヒーター表面が 5°Cになるよう出力制御した試験区 B における日平均の電力消費量は、外気温に応じて、0.15 kWh (1月26日) から 0.45 kWh (1月31日) まで変動していた。但し、調査期間中 (1/20~2/15) で平均した試験区 B の電力消費量は 0.26 kWh で、出力一定で稼働した試験区 A よりも電力消費量が少なかった。調査期間中、試験区 B には雪がほとんど積もらなかったこと、また、芝生面の温度が大きく変動することなく 3~6°C程度に保たれて

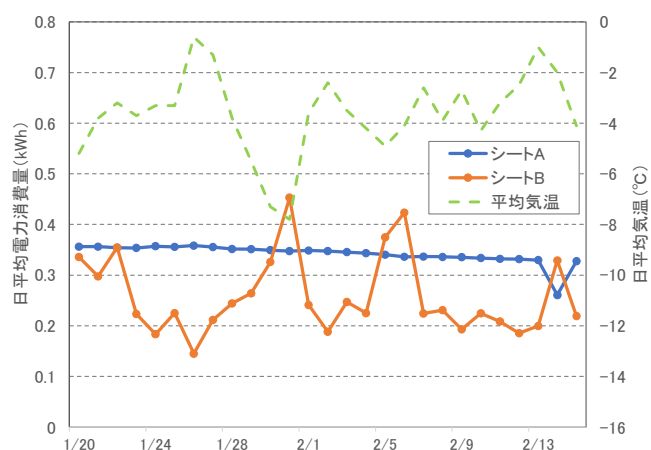


図-4 電力消費量の比較
Fig.4 Comparison of power consumption

いたことから、融雪しながら芝を維持するには、ヒーターの表面温度を指標に出力制御する稼働方法が適していると考えられた。

3.4 芝生の生育量

冬期間中、雪が積もらないように、ファブリックヒーターで加温しながら越冬させることが芝の生育に及ぼす影響を検証するために、各試験区より芝サンプルを掘り取り、サンプルに含まれる芝の芽数や芝の生育量に関わる項目を計測した。

芽数については、対照区に比べてファブリックヒーターを設置した試験区における芽数がやや多く、試験区 A, B の間で芽数にほとんど差は見られなかった (図-5)。なお、試験区を設けた天然芝グラウンドはケンタッキーブルーグラス (KB) とペレニアルライグラス (PR) の 2 種で構成されているが、試験区間で草種の割合に大きな差は見られなかった。

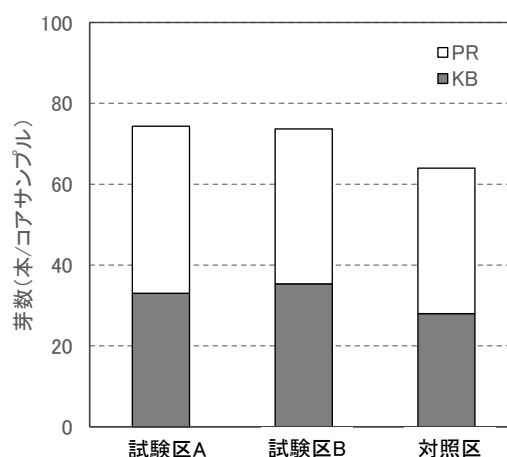


図-5 試験区間における芝芽数の比較
Fig.5 Numbers of shoot in test plots

地上部乾物重など生育量の調査結果を表-1 に整理する。地上部（茎葉）乾物重については、芽数と同様に、対照区に比べてファブリックヒーターを敷設した試験区にてやや高かった。地下部（根系）乾物重については、地上部重とは逆に、対照区のほうが高かった。貯蔵糖分量についても試験区間で差が見られ、対照区>試験区 A>試験区 B の順に高かった。試験区 B では芝生面の温度が試験区 A に比べて高く、冬期の休眠状態が解除され、芽数が増え始めるのと同時に貯蔵糖分量が消費されたのではないかと考えられた。なお、越冬生存のために冬季間維持すべき貯蔵糖分量は 100 mg/g 以上と言われている²⁾、ファブリックヒーターで加温されて再生が促されても、翌春の生育に必要な貯蔵糖分量は保持されていると考えられた。

表-1 各試験区における芝生育量
Table 1 Weights of turfs in test plots

	地上部乾物重 (mg)	地下部乾物重 (mg)	貯蔵糖分量 (mg/g)
試験区A	325.0	2.5	185.6
試験区B	317.3	2.8	142.4
対照区	283.0	4.5	254.0

3.5 芝の品質－表面硬度

FIFA が定める方法にしたがって、クレグインパクトソイルテスターを用いて、芝の表面硬度を計測した。各試験区にて表面硬度を 5 回、計測したときの平均値を表-2 に示す。いずれの試験区においても表面硬度値が 100 CIV を越えており、FIFA が示すサッカーのプレーに適した推奨値（40～100 CIV）を参照³⁾するとやや硬いと評価されるが、雪解け直後であることを考慮すれば、使用できる状態で芝が維持されたと判断される。

ファブリックヒーターを設置した試験区における表

表-2 各試験区における表面硬度の計測値
Table 2 Cleg impact values on test plots

	表面硬度値 (CIV)
試験区A	106.3 ± 0.8
試験区B	103.3 ± 4.9
対照区	112.3 ± 3.1

面硬度値は対照区に比べてやや低く、ヒーターで加温していた分、芝の芽数が維持されており、表面硬度が低く（柔らかく）なったと考えられた。

4. まとめ

豪雪帯において、冬季でも天然芝グラウンドを使える状態で維持する方法として、通電すると発熱する繊維を PET 製シートで被覆したファブリックヒーターを芝の上に設置し、加温することによって融雪しながら芝を維持することについて検討した。その結果、1) 芝の上に 3 次元網状体を設置し、芝とヒーターの間に空間を設けること、2) ヒーターの表面温度が 5℃になるようヒーターの出力を制御すること、によって、札幌でも冬期間中、芝の上に雪が積もることはなく、使える状態で芝を維持できることが明らかとなった。

なお、今回、供試したファブリックヒーターをグラウンド一面に敷設し、ヒーターの表面温度を指標に出力制御運転した場合、1 日あたり 80 万円近くの電気料金がかかると試算された。したがって、今回、検討した芝養生方法を実用化するためには、間隔を開けてヒーターを設置したとき融雪できるか、また、更に省エネ化できる稼働方法がないか検討する必要があると考えられた。

謝辞

試験の実施にあたって、ご協力いただいた(株)札幌ドーム、(株)Fabtech、および太陽工業(株)の皆さまに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 能代昌雄，平尾利昭：牧草の耐凍性に関する研究.I.北海道根釧地方におけるイネ科牧草の凍害と雪腐大粒菌核病害，日草誌，Vol.23，No.4，pp.289-294，1978.
- 2) 小林民憲，西村修一：数種暖地型イネ科牧草の耐冬性と貯蔵炭水化物に及ぼす秋の刈取り時期の影響およびその草種間差異，日草誌，Vol.24，No.1，pp27-32，1978.
- 3) FIFA natural-pitch rating system – Natural playing surface quality programme, FIFA 刊行, 2022..