

園庭の雪面の多様化が幼児の屋外遊び，身体活動量， および運動能力に与える影響

板谷 厚*

抄録

【目的】これまで，積雪寒冷期間の身体活動量低下を補うには屋内活動だけでは不十分と指摘されてきた。これを受けて，最近，積雪環境を積極的に活用する試みがなされてきている。本研究は，積雪を遊び空間を創造する資材として活用し，園庭の雪面を多様化することが積雪寒冷期間の幼児の屋外遊び，身体活動量，および運動能力に及ぼす影響を検討することを目的とした。【方法】旭川市内の保育施設 4 ヶ所に所属する幼児 80 名が本研究に参加した。各施設で 12 月に 2 度，1—2 月に 3 度の 5 回，合計 20 回にわたり，積雪寒冷期間における幼児の屋外での自由遊びを調査した。対象児は，屋外に出る前にビブスを着用し，活動量計と GPS ロガーを封入したベルトを臍位に巻いた。屋外遊び終了直後にビブスとベルトは回収された。屋外遊び開始から 40 分間を分析対象時間とした。活動量計データから平均活動強度，平均中高強度活動強度，移動運動割合，日常生活活動割合，および中高強度活動割合を計算した。GPS データの経緯度座標が平面直角座標に変換された後，総移動距離，平均速度，および最高速度は算出された。位置データに活動強度データをマッピングし，1×1 m メッシュの遊びヒートマップを作成した。園庭を，深雪，除雪・圧雪，および雪山の各エリアに区分し，各エリアでの平均活動強度，平均中高強度活動強度，延カバー面積を算出した。それぞれの園で，積雪が比較的少ない 12 月の調査のひとつをコントロールとし，1—2 月の調査のひとつを試験とした。これらの分析項目について，コントロールと試験間に差があるか検討するため，対応のある *t* 検定を実施した。さらに，遊びヒートマップのメッシュ一つひとつについて，活動強度，中強度活動強度，および来訪回数の調査間差を検討するために，対応のある *t* 検定を実行した。【結果・考察】総じて，雪山の成長とともに雪山での活動強度は増大した。除雪・圧雪エリア，および深雪エリアは雪山への動線に配置したり，遊びを促進する工夫を施したりすることにより活動強度は増加した。一方で，幼児は不安定な深雪を敬遠する傾向もあった。【結論】園庭の雪面の多様化は，各雪面特性を機能させ，雪面間を有機的に関連づける手立てによって，幼児の多様な遊びを引き出し，身体活動量の確保に貢献しうる。

キーワード：幼児，積雪寒冷期間，雪遊び，身体活動量，運動発達

* 北海道教育大学（旭川校） 〒070-8621 北海道旭川市北門町9丁目

Effects of diversification of the snow surface on outdoor play, amount of physical activity, and motor development in preschool children

Atsushi ITAYA *

Abstract

This study examined the effects of diversifying the snow surface in the school garden on outdoor play, amount of physical activity, and motor development in preschool children during the severer winter, utilizing snow as a material to create a play space. Eighty children belonging to one kindergarten and three nursery schools in Asahikawa city participated in this study. A total of twenty trials were conducted, twice in December and three times in January-February at each school. The subject wore bibs before going out and wrapped a belt with an activity monitor and a GPS logger around the navel. The bibs and belts were collected immediately after the outdoor play. The analysis period was 40 minutes from the start of the outdoor play. The average activity intensity, the average intensity of moderate to vigorous activities (MVA), the ratio of locomotion, the ratio of daily activities, and the ratio of MVA were calculated. After the longitude and latitude coordinates of the GPS data were converted to rectangular coordinates, the total distance, average speed, and maximum speed were calculated. Activity intensity data was mapped to position data, and a play heat map with 1 m × 1 m mesh was created. The school garden was divided into the areas of rough snow, snow removal / consolidated, and snowy mountains, and the average activity intensity, average MVA intensity, and the total covered area in each area were calculated. For each school, a December trial with relatively little snow cover was as a control, and a January-February trial was as a test. For each analysis item, a paired *t*-test was performed to examine the differences between the control and the test. Also, for each mesh in the heat map, a paired *t*-test was performed to explore the differences between trials in the activity intensity, MVA intensity, and the number of visits. As a whole, the activity intensity in snowy mountains increased with the growth of snowy mountains. The intensity of activity was increased by arranging the snow removal / consolidated area and rough snow area on the traffic line to the snowy mountains, and with various play promotions. On the other hand, children tended to avoid the unstable deep rough snow area. The diversification of the snow surface in the school garden can contribute to ensuring the amount of physical activity, and to bringing out the various activities of children by making the properties of each snow surface function and organically linking the snow surfaces.

Key Words : preschool children, severer winter, snow play, physical activity, motor development

* Hokkaido University of Education Asahikawa Campus 9 Hokumon-cho, Asahikawa-shi, Hokkai-do 070-8621, Japan

1. はじめに

これまで、運動環境が子どもの遊び、身体活動量や運動能力の発達に及ぼす影響について検討されてきている。例えば、園庭の芝生化は、幼児の運動遊び、身体活動量、および運動能力に変化をもたらすことが知られており、土のグラウンドと芝生では遊びの内容が異なることも指摘されている。

北海道の積雪寒冷期間においては、寒冷な気候と積雪によって運動環境が著しく制限されることから、比較的順調な身体発育に対して、子どもの運動発達に停滞が認められるといくつかの研究は指摘している。

積雪寒冷期間の身体活動量低下を補うには屋内活動だけでは不十分との示唆から、積雪環境の積極的活用を試みる研究もわずかながらある。板谷ほか(2018)は、積雪を負荷材として捉え、脚が20 cm程度埋まる深雪環境と体育館で同様のボール運動介入を実施し、雪上運動による体力向上効果を実証している。

本研究は、積雪を遊び空間を創造する資材として活用し、雪面状況が幼児の屋外自由遊びや運動発達に与える影響を定量的に明らかにしようとした。

2. 目的

本研究は、園庭の雪面を多様化することが積雪寒冷期間の幼児の屋外遊び、身体活動量、および運動能力に及ぼす影響を検討することを目的とした。

なお、ここでは紙面の都合上、雪面の多様化と身体活動強度との関係を中心に報告した。

3. 方法

3.1. 対象者

北海道教育大学附属旭川幼稚園(F幼稚園)、および旭川市立保育所3園(近文保育所:C保育所、新旭川保育所:S保育所、神楽保育所:K保育所)に所属する幼児80名(20名×4園)を対象者とした。各園の年中児クラスと年長児クラスの特別支援教育の対象でない幼児から、それぞれ10名(男女同数、ただし新旭川保育所の年中児クラスのみ男児4名、女児6名)をランダムに抽出し、対象者とした。研究実施に先立ち、まず各保育施設長に研究について説明し、書面による同意を得た。その後、各対象園の保護者に研究について説明し、書面による同意を得た。本研究は、北海道教育大学のヒトを対象とする研究に関する倫理委員会の承認(承認番号:北教大研倫第2019093002号)を得て実施された。

3.2. 機器およびデータ収集

屋外遊び時の身体活動量を、3軸加速度センサを内蔵した活動量計 Active style Pro (HJA-750C, オムロンヘルスケア社)を用いて測定した。この活動量計は、3軸の合成加速度から Metabolic equivalents (METs) を推定し、10秒間隔で記録することができる。このデータを積算することで、活動強度別の時間を求められる。さらに、独自の信号処理によって、移動運動(歩行・走行)とそれ以外の日常生活活動を判別し、それぞれの活動に対応した推定式によって METs を算出する。これにより、従来の加速度計では捉えきれなかった移動運動以外の活動時の活動強度についても精度よく推定できるとされる。成人における演算アルゴリズム、および計測値の妥当性は、先行研究で確認されている。ただ、この活動量計による測定では、子ども(小学生)の活動量を過大評価する傾向がある。このため、子ども用の推定式が提案されている。本研究の対象児は小学生ではないが、小学生と同様に活動量が過大評価されると見込まれるため、この推定式にもとづいた補正式を用いて、10秒ごとに得られた METs 値を、子どもに対応した METs 値に変換した。

屋外遊び中の対象児の位置を把握するために、GPS機能搭載の腕時計(SF-810, セイコーエプソン社)をGPSロガーとして使用した。なお、本機器に搭載されているGPSセンサは、準天頂衛星みちびきに対応している。GPS信号は、測位された時刻(1秒単位)とともに記録された。

対象児の屋外遊びの様子は、検者、または実験補助者(遊び観察員)によって観察され、記録された。遊び観察員は、それぞれ割り当てられた園庭の範囲内で遊んでいる対象児のビブスの色、番号、遊びの種類、遊び開始、または観察範囲内に入った時刻、遊び終了、または観察範囲外に出た時刻を、遊び観察記録紙に記入した。加えて、遊び観察を補助する目的で、園庭を3台のビデオカメラ(GZ-EX370, JVCケンウッド社)にて、可能な限り死角ができないように撮影した。

3.3. 手順

本研究における調査は2019年12月から2020年2月にかけて実施した。12月は、園庭の手入れ(除雪や、除雪した雪を積み山にする)を必要最小限にとどめた。1月と2月は、積雪量に応じて園庭の雪面の多様化を図り、可能な限り雪山、除雪・圧雪、深雪の3種類を設定した。

遊び調査は、各園で12月に2回、1、2月に3回実

施した(合計 20 回). 12 月の調査をコントロールとし, 1, 2 月の調査を試験とした. 午前中の自由遊び時間(およそ 10:00 から 11:00 まで)に実施される屋外遊びを調査対象とした.

屋外遊びの前に, 対象児はあらかじめ決められた色と番号のビブスを着用した. 昇降口まで出てきた対象児は, データ記録状態にした活動量計と GPS ロガーが封入された自作の胴ベルトを, 防寒着の上から臍位に装着した(写真). 胴ベルトは伸縮性のある带状で, ベルクローブによって両端をつなぎ臍に巻いた. 臍に巻く際には, 遊び中にずれず, 胴ベルトに封入したセンサー類が動きにくく, さらに, 対象児が息苦しさや窮屈さを感じないように, 胴ベルトの締めつけの程度を調節した.

屋外遊び終了時, 対象児が園舎に入る際, 昇降口にて胴ベルトとビブスを回収した. GPS ロガーについては, 回収後ただちに記録を停止し, ロガー内部に GPS データを保存した. なお, 胴ベルトの着脱は, 検者または実験補助者が行った.



写真 胴ベルトの装着

3.4. データ処理とデータ分析

活動量計の内蔵メモリに保存されたデータは, 調査の都度, 専用ソフトウェアを介して PC に転送した.

GPS データの転送のために, GPS ロガーはデータ転送用クレードルによって PC に接続された. GPS データは, 専用ソフトウェアを用いて web アプリケーションにアップロードされ, さらに, このアプリケーションを介して PC に保存された. GPS データの経緯度座標は, 河瀬(2011)の計算式にもとづき平面直角座標に変換し, これを位置データとした.

屋外遊びの開始時刻は, 次のように定義した. 屋外遊び開始の約 30 分前に, GPS 測位を開始した. GPS

測位開始時刻後の活動量計データから, 以後 3 分間以上連続して身体活動が測定されている時点を検出し, これを胴ベルト装着完了時刻とした. これに昇降口から園庭へ移動し, 遊び始めるまでの時間(園によって異なる, 2—5 分間)を加え, 屋外遊び開始時刻とした. 屋外遊びの継続時間は, 気象条件や当日の活動予定によって変動したものの, 少なくとも 40 分間程度確保できた. このため, 屋外遊び開始時刻から 40 分間を屋外遊び時間とし, 分析の対象とした.

屋外遊び時間の活動量計データから, 平均活動強度(METs), 移動運動割合(%), 日常生活活動割合(%), および 3 METs 以上の活動を中高強度活動(Moderate-to-Vigorous Activity: MVA)と定義し, この活動が占める時間の割合(%)を計算した. 位置データからは, 総移動距離(m), 平均速度(m/s), および最高速度(m/s)を算出した.

位置データと活動量計データから, 屋外遊び時間中, 対象児が園庭のどこでどの程度の強度の身体活動を行っていたかを分析するために, 遊びヒートマップを作成した(図 1). 園庭を 1×1 m のメッシュに区分けし, 対象児の位置が入るメッシュを特定した. このメッシュに, 位置データの時刻に対応する活動量計データを割り付けた. 活動強度が同一メッシュに複数回割り付けられた場合は加算し, 重複回数で除した.

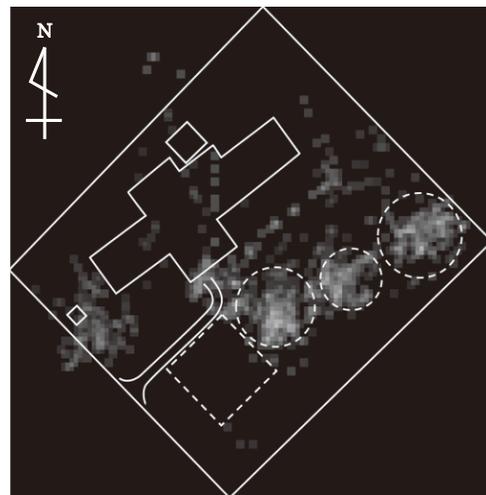


図 1 遊びヒートマップの例(F 幼稚園のコントロール)

活動強度のヒートマップ(対象児間平均). 活動強度が高いほど明るい. 外枠の実線は分析範囲, 内部の実線は建物や通路, 破線は雪面エリアを示し, 四角は除雪・圧雪, 丸は雪山を示す.

遊びヒートマップ上で雪山, 除雪・圧雪, および深雪の各エリアを区別するために, 雪面のエリア区分が明確になった試験の際, 検者が GPS ロガーを装着し, 各エリアの輪郭をなぞるように歩いて 3 周し, GPS デ

ータを記録した。この GPS データを地図アプリケーション (Google Earth Pro v 7.3.2, Google 社) に読み込ませ、航空写真上に軌跡を表示させた。この航空写真で確認しながら、各エリアを含む矩形の頂点の経緯度座標を記録した。これらにもとづき、遊びヒートマップ上で各エリアを区別した。

各対象児のカバー面積 (m^2)、各エリアでの延カバー面積 (m^2)、平均活動強度 (METs)、および平均 MVA 強度 (METs) を、それぞれの遊びヒートマップから計算した。

3.5. 統計処理

比較的欠席者が少なく、強風など無く比較的安定した天候下のコントロールと試験を各園でそれぞれ1回ずつ選択し、分析対象とした。

屋外遊び時間中の活動量データ、位置データ、および遊びヒートマップの分析項目について、コントロールと試験の間の差を検討するために、対応のある t 検定を実施した。

遊びヒートマップの一つひとつのメッシュにおける平均活動強度、平均 MVA 強度、および来訪回数について、コントロールと試験間の差を検討するために、対応のある t 検定を実施した。さらに、調査間の差に有意性が認められたメッシュの数を、雪面エリアごとに合計した。

データ処理、データ分析、および統計処理について、特に記載がない場合はすべて Scilab v 6.0.2 (ESI group, GNU GPL v 2) のスクリプト言語で記述した自作のソフトウェアによって実行した。統計的有意水準は $\alpha = 0.05$ に設定した。

4. 結果及び考察

4.1. F 幼稚園

F 幼稚園の分析対象園庭は $6503 m^2$ で、調査対象園の中で突出して広がった。各雪面エリアの面積は、深雪 $5636 m^2$ 、除雪・圧雪 $369 m^2$ 、雪山 $498 m^2$ であった。雪山は築山に加えて2つ造成された。

コントロールの参加人数は16名、天候は晴れ、気温 $-2^\circ C$ 、新雪の積雪は $5 cm$ で、園庭の大部分は圧雪であった。試験は、それぞれ17名、晴れ、 $-5^\circ C$ 、 $30 cm$ 、深雪部分の雪は固めであった。

活動量計データ、および位置データのすべての分析項目の結果について、コントロールと試験の間の差に有意性は認められなかった。

遊びヒートマップの分析では、雪山での平均 MVA 強度の調査間差に有意性が認められ、試験で高い値を

示した (図1, 2)。

試験で活動強度が高いメッシュは、深雪に1つ、雪山に3つ認められ、除雪・圧雪には見いだせなかった。MVA 強度では調査間の差に有意性が認められたメッシュは見いだせなかった。来訪回数について、試験で大きいメッシュが深雪に1つ認められた。

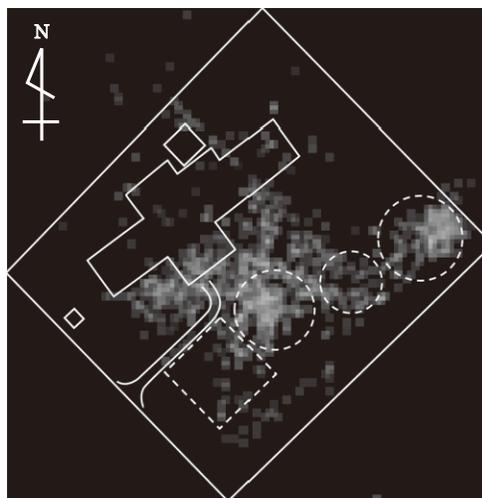


図2 F 幼稚園の活動強度ヒートマップ(試験)

図1と比較すると、園舎前の深雪エリアが明るく目を引く。この辺りにはカマクラや色水コーナーが設置された。

コントロールと比べ試験では雪山が大きくなる。これにともない、登る下りる動きのダイナミックさが増し、雪山の MVA 強度が高まったと考えられる。遊びヒートマップから、試験では園舎前の深雪エリアでの活動が高まったことが伺える。カマクラや色水コーナーなど、遊びを促すしかけの効果だと推察される。

4.2. C 保育所

C 保育所の分析対象園庭の総面積は $1209 m^2$ 、各雪面エリアの面積は、深雪 $1054 m^2$ 、二峰性の雪山は $155 m^2$ であった。通路以外の除雪・圧雪エリアは特に設定されていなかった。

コントロールの参加人数は18名、天候は小雪、気温 $-2^\circ C$ 、新雪の積雪は $10 cm$ で、園庭の大部分は柔らかい新雪であった。試験は、それぞれ15名、雪、 $-6^\circ C$ 、 $20 cm$ 、雪山以外の園庭には、柔らかい新雪が積もっていた。

活動量計データから、日常生活活動の割合が試験で有意に小さかった。その他の活動量計データの分析項目、および位置データのすべての分析項目の結果について、調査間の差に有意性は認められなかった。

遊びヒートマップの分析では、深雪での平均 MVA 強度の調査間差に有意性が認められ、試験で高い値を

示した (図 3)。

活動強度について、試験で高い値を示したメッシュは、深雪に 3 つ、雪山に 2 つ認められ、コントロールで高い値を示したメッシュは、深雪に 6 つ、雪山に 5 つ認められた。MVA 強度について、試験で高い値を示したメッシュは、深雪に 1 つ、雪山に 1 つ認められ、コントロールで高い値を示したメッシュは、深雪に 2 つ、雪山に 2 つ認められた。来訪回数について、試験で高い値を示したメッシュは、深雪に 3 つ、雪山に 1 つ認められ、コントロールで高い値を示したメッシュは、深雪で 9 つ、雪山で 4 つ認められた。

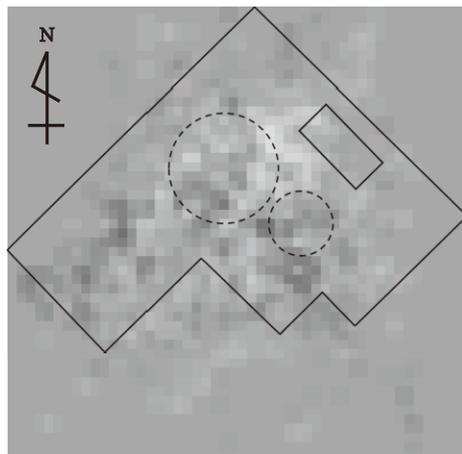


図 3 C 保育所の MVA 強度の調査間差

明るいほど試験で高く、暗いほどコントロールで高い。雪山の北東側斜面に階段ができたことで MVA は増加し、明るく見える。

試験では新雪が積り、雪を掘る、飛び込む、寝転ぶなどのダイナミックな活動は増加した。これが深雪での MVA 強度の増加につながったと考えられる。雪山の成長とともに、斜面に階段が造成され、ここに活動は集中した。ソリ滑りによって移動が助長され、相対的に日常生活活動の割合は減少したと推察される。

4.3. S 保育所

S 保育所の分析対象園庭の総面積は 786 m²、各雪面エリアの面積は、深雪 492 m²、除雪・圧雪 169 m²、雪山 125 m²であった。除雪・圧雪エリアが雪山を囲むトラック状に設定されていた。

コントロールの参加人数は 17 名、天候はくもり、気温 2℃、新雪の積雪は 7 cm で、雪面表層はザラメ状であった。試験は、それぞれ 15 名、快晴、-10℃、20 cm、深雪部分は柔らかい新雪であった。

活動量計データから、平均活動強度の調査間差に有意性が認められ、コントロールで高かった。移動運動の割合は、コントロールで高く、調査間差に有意性が

認められた。日常生活活動の割合は、試験で高く、調査間差に有意性が認められた。MVA の割合は、コントロールで高く、調査間差に有意性が認められた。

遊びヒートマップの分析では、雪山での平均活動強度、および平均 MVA 強度の調査間差に有意性が認められ、試験で高い値を示した。延カバー面積では、除雪・圧雪で調査間差に有意性が認められ、試験で高い値を示した。

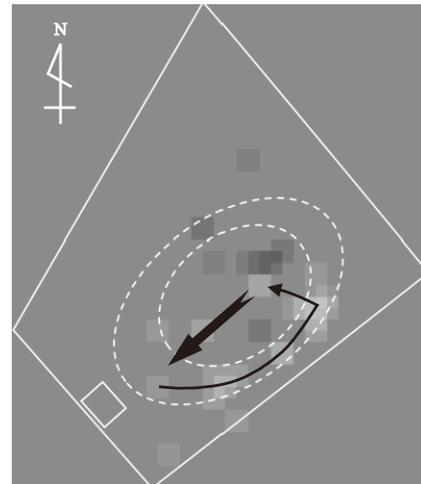


図 4 S 保育所の MVA 強度の調査間差(有意メッシュのみ) 階段の造成やトラック状の除雪・圧雪エリア(内外破線楕円の間)が動線(黒矢印)を明確にし、移動運動遊びも誘発した。

活動強度について、試験で高い値を示したメッシュは、深雪に 4 つ、除雪・圧雪に 11、雪山に 6 つ認められ、コントロールで高い値を示したメッシュは、深雪に 2 つ、除雪・圧雪に 2 つ、雪山に 6 つ認められた。MVA 強度について、試験で高い値を示したメッシュは、深雪に 1 つ、除雪・圧雪に 11、雪山に 7 つ認められ、コントロールで高い値を示したメッシュは、深雪には無く、除雪・圧雪に 2 つ、雪山に 6 つ認められた (図 4)。来訪回数について、試験で高い値を示したメッシュは、深雪に 4 つ、除雪・圧雪に 11 認められ、雪山には無かった。コントロールで高い値を示したメッシュは、深雪には無く、除雪・圧雪に 2 つ、雪山で 5 つ認められた。

試験では、雪山の成長にともない、そり滑りの順番待ちなどで移動や MVA が制限されたと推察される。一方、大きな雪山が対象児のダイナミックな活動を引き出し、雪山の活動強度は増加した。雪山の周囲にトラック状に設定された除雪・圧雪は、そり滑り後の動線が明確になり移動を促し、また、かけっこや鬼ごっこなどの移動運動遊びを引き出したと考えられる。

4.4. K 保育所

K 保育所の分析対象園庭の総面積は 1172 m²、各雪面エリアの面積は、深雪 481 m²、除雪・圧雪 438 m²、雪山 253 m²であった。雪山の周囲が広く除雪・圧雪されていた。

コントロールの参加人数は 16 名、天候はくもり、気温 4℃、新雪の積雪は 10 cm で、園庭の大部分は湿り雪の圧雪であった。試験は、それぞれ 17 名、くもり、-1℃、15 cm、深雪部分は柔らかい新雪であった。

活動量計データのすべての分析項目について、調査間差に有意性は認められなかった。位置データの分析項目では、総移動距離の調査間差に有意性が認められ、試験で大きくなった。

遊びヒートマップの分析では、すべてのエリアの平均活動強度、および平均 MVA 強度の調査間差に有意性は認められなかった。延カバー面積では、除雪・圧雪と雪山で調査間差に有意性が認められ、どちらも試験で高い値を示した (図 5)。

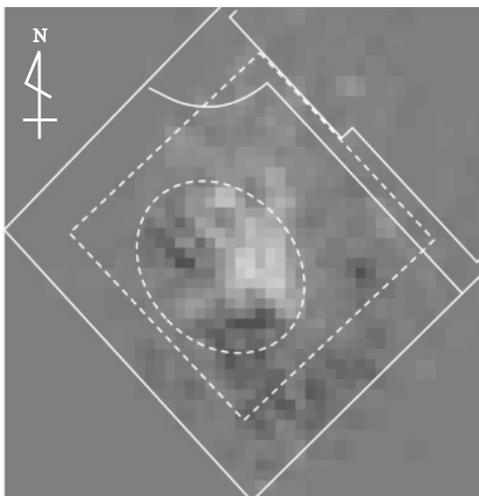


図 5 K 保育所の来訪回数の調査間差

明るい部分が雪山(破線楕円内)に多く、試験時、雪山への集中が顕著であったことが分かる。暗い部分が雪山周囲や深雪(破線四角外)に多いのとは対照的である。

活動強度について、試験で高い値を示したメッシュは、深雪には無く、除雪・圧雪に 4、雪山に 15 認められ、コントロールで高い値を示したメッシュは、深雪に 1 つ、除雪・圧雪に 4 つ、雪山に 2 つ認められた。MVA 強度について、試験で高い値を示したメッシュは、深雪には無く、除雪・圧雪に 3、雪山に 16 認められ、コントロールで高い値を示したメッシュは、すべてのエリアで認められなかった。来訪回数について、試験で高い値を示したメッシュは深雪には無く、除雪・圧雪に 2 つ、雪山に 13 認められた。コントロー

ルで高い値を示したメッシュは、深雪に 1 つ、除雪・圧雪に 2 つ、雪山に 1 つ認められた。

試験時、大きな雪山でのそり滑りに対象児は集中し、周辺の除雪・圧雪は、雪山への移動のために使われた。一方、深雪での活動は減少した。積雪量の増大にともない不安定性も高まる。このため、試験時の深雪は、幼児を寄せ付けなくなった可能性がある。

5. まとめ

総じて、コントロールと比べ試験では雪山が大きく成長し、雪山での活動強度は増大する。一方、除雪・圧雪エリアでは、雪山を囲むトラック状にする、雪山への動線上に設定する、深雪エリアでは、カマクラや色水コーナーを設置する、お風呂場遊びをするなど、ひと工夫加えることで、雪山への過度の集中を避けることができる。このように、園庭の雪面の多様化は、各雪面の特性を機能させ、雪面間を有機的に関連づける手立てによって、幼児の多様な遊びを引き出し、身体活動量の確保に貢献しうる。

【参考文献】

Hikihara, Y., Tanaka, C., Oshima, Y., Ohkawara, K., Ishikawa-Takata, K., Tanaka, S. (2014) Prediction models discriminating between nonlocomotive and locomotive activities in children using a triaxial accelerometer with a gravity-removal physical activity classification algorithm, PloS One, 9(4), e94940.

板谷厚・越智友亮・吉田雄大 (2018) 雪上でのボール運動が大学生の体力・運動能力に及ぼす影響. 北海道教育大学紀要 (教育科学編), 69(1): 331-340.

河瀬和重 (2011) Gauss-Krüger 投影における経緯度座標及び平面直角座標相互間の座標換算についてのより簡明な計算方法. 国土地理院時報, 121: 109-124.

【謝辞】

活動量計を貸与くださいました日本体育大学・野井真吾先生、田中良先生、GPS ロガーをお貸しくださった名古屋学院大学・中野貴博先生に、記して感謝申し上げます。

この研究は笹川スポーツ研究助成を受けて実施したものです。