

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 6 日現在

機関番号：30117

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2013～2015

課題番号：25560328

研究課題名(和文) 距離スキー板のスリップ抑止に鮫皮シールを貼付ける万能型機構の考案と実用試験

研究課題名(英文) Design and test for practical use of shark squamae-skin on control against slipping with cross-country skiing

研究代表者

川初 清典 (Kawahatsu, Kiyonori)

北翔大学・生涯スポーツ学部・教授

研究者番号：80026822

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：クロスカンリースキーのキックのために鮫皮の鱗性状をシールにしてスパイク機能で後方スリップを防止し全キック力を推進に活かさんとした。スキーを試作・試験し、スリップには優れた制動効果を見たが、不整コース面で前方滑走にも制動が起った。シールサイズ縮小の試験を続けシール長を1.5cmに迄縮小した。キック時のスリップが不整地コースで起った。シール長をあと僅かに延長してその最適長とし、競技応用出来ると結論された。

研究成果の概要(英文)： Shark squamae-skin was supposed to be useful for the control against backward slipping during kick phase of cross-country skiing. The skin was treated for the instrumentation. Test was performed as follows. At first, the durability was confirmed by the abrasion test. The prototype was manufactured and tested by the practical on-snow skiing. As to control against backward slipping, it was executively well performed. Due to too much length of shark skin, 70cm of length, forward gliding was disturbed. For avoidance of the disturbance, the skin was shortened to 25cm. However, the disturbance was still worse on the irregularity of ski course. Control for the slipping was still well. Lastly, 15mm of skin length was tried and tested. Gliding was entirely not disturbed, but the slipping was happened on the irregularity of the course. It was considered, that a little bit longer skin length could be optimum size for cross-country skiing.

研究分野：スポーツ科学

キーワード：クロスカンリースキー キック動作 グリップゾーン 生体材料 鮫鱗皮

## 1. 研究開始当初の背景

我が国クロスカントリー(XC)スキーの競技成績が国際的に劣勢である。成績は体力とスキー用具の性能に依存する。後者は、キック力が雪面に伝わる効率が鍵になり、圧雪して敷設するレール内でのみキックできるXCスキーは粘性ワックスを滑走面に塗布し雪面への粘着機能で逆スリップを防止してキックで前進する。しかし、効率は依然悪く誰もがキック力を活かさないレースを争っている。

XCスキーでは雪面を一方の脚で後方にキックして他方の乗り込み脚で前方へ滑走する。キック板に起こる後方スリップがキック力を空転させ選手疲労を強めている。グリップワックスを重厚にすると滑走性が妨害されて逆効果になる。競技者は重力方向へのキックを強めてグリップ機能を高めるが前方への推進性を犠牲にする現実に苦しむ。当構想の鮫皮鱗は紙やすり以上の研磨・耐久力を有し、滑走時の摩擦抵抗を低減し逆進を阻止して競技者の発揮力の前方推進を強化する観点に位置づけられた。鮫の肌が有する流体の整流作用はスウィミングウエアの開発に応用され高い有効性が実証されている。本構想はその少ない乱流摩擦抵抗の原理を手本にスキーのグリップゾーンの滑走性を従来のグリップワックスより格段に高く保持せんとするアイデアを持つ。更に概念的に逆に、鮫鱗のサーフェイスにグライド(滑走)ワックスをかけて滑走性能を保持しつつ逆スリップを鱗構造によるスパイク機能で抑止できるとのアイデアに基づいている。

また、レースコースは地形・気象等に依存して千差万別の雪面性状になりワックスの無効・不適・妨害作用を含み込む必然性を合わせ持つ。鮫皮鱗の効用はこれを克服できる万能性の可能性の観点でも検討が必要と考えられる。ワックス製品の開発研究は専ら国外3企業が競って進め、生産・販売市場を独占している。我が国での生産は聞かれない。性能を異にする製品名は100を優に超え個々の特徴を以って特許の類が占有化され、研究知見は企業内に封印され、論文誌等への公表をみない。当構想の鮫肌の鱗機構の皮をシールに加工・活用する試みは国内外で知られていない。

そこで、本研究では「マラソンに強い日本人」への高性能スキー板の有効性として鮫皮鱗が着想された。

## 2. 研究の目的

本研究は、鮫肌の鱗構造をシールに活用してキック動作時にスパイク機能によるスリップ防止を得て全キック力を推進に活かす競走を可能にして、以って我が国のXCスキーニシアチブの確立とスキー競技の高水準化への寄与を試みる計画である。

## 3. 研究の方法

### (1) 鮫皮のグリップゾーン応用デザイン

鮫鱗の配置構造から、その整流性状と反逆流性状による前方滑走・後方制動の機能性に着眼し、鮫皮のXCスキーのグリップゾーン化加工を進めた(図1)。その有効化のために鮫皮を加工処理し貼付けたグリップゾーンプロトタイプを試作し、1)前方滑走性能、及び2)後方制動性能、の確認試験、3)鮫鱗・皮の雪・氷面に対する摩擦性劣化耐容試験、4)保湿・浸水時の雪・氷面への摩擦性劣化耐容試験、5)前方滑走性能向上処置とその性能試験、の必要性を先ず考えた。これらに6)スキー実滑走試験が続く研究手順がデザインとして組み立てられた。

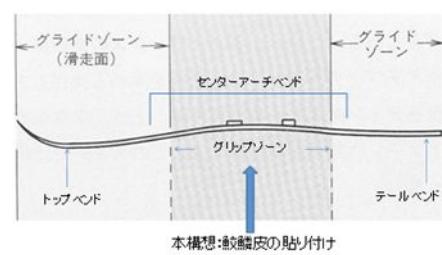


図1 クラシカルスタイル用ワックスタイプスキー (晴山:ラングラウフスキーと健康づくり、オーム社、東京、1989)

### (2) 鮫皮のグリップゾーン化加工の試行

鮫皮になめし加工の処理を施し、XCスキー板滑走面に貼付けて鮫皮製グリップゾーンプロトタイプを試作した。

道南に棲息する小型鮫を捕獲して剥皮の後「タンニンなめし」及び「ウレタン塗布」等の処理を施してシール加工した。そして市販のX.C.スキー板を整形してシールを貼付けて鮫皮製グリップゾーンプロトタイプとした(図2)。



図2 鮫皮シールのスキー板プロトタイプ 明るい部分が鮫肌シール。

### (3) 考案プロトタイプを擦動試験する装置の製作

考案プロトタイプの滑走性や制動性および耐摩耗性を定量試験するために擦動装置を製作した。概容を図3に示す。写真奥に設置される電動モータの回転端子にクラック軸を取り付けて軸先端をエゾ松の角材に固定して擦動板とし、その板を鮫鱗皮グリップゾーンプロトタイプ(350mmL×45mmW)上で前後方向に70cmの距離を往復擦動させる設定にした。擦動圧は加圧装置を組み立てて負荷した。



図3 スキー滑走面の鮫鱗皮グリップゾーンの擦動装置ゾーン(鉄枠下)面に角材を被せ加圧して擦動する。奥に駆動モータ。

## 4. 研究成果

### (1) 耐摩耗試験

考案プロトタイプの擦動試験を試みた。擦動圧は擦動板がスキー板のアーチバンド構造上を移動するのに際して $15 \pm 5\text{kg}$ (範囲)擦動頻度は1cpsで負荷し、1、2、及び3擦動時間目に滑走・制動・劣化の指標値を検出した。滑走性では綿布帯をゾーンに置いて5kgを荷重し鱗配列の整流方向に牽引してその摩擦力を計測した。3擦動時間まで初期値が維持された。制動性の計測では綿布帯をゾーンに置いて布面に鱗を喰い込ませ滑走性の計測とは逆方向に牽引した。その耐牽引力で評価した。制動性では擦動前および1擦動時間で80kg超、2擦動時間で80kg、3擦動時間で52kgとなった。これより、鮫鱗皮製グリップゾーンデザインのXCスキーへの応用可能性が認められた。

### (2) 雪上XCスキーコース上の制動性能試験

プロトタイプのスキー板で雪上XCスキーコースでの制動・滑走性能を2名の経験者で実滑走試験した。静止姿勢から鮫鱗皮加工のスキー板装着脚で最大努力のワンキックを

ノンストックによって行い逆側の通常のスキー板装着脚に乗り込んで並進する距離をキック時の制動性能として評価した。コントロール値としては、グリップワックスを施した板でのキックの並進距離を比較した。表1のように鮫鱗皮加工のスキー板でのキックの有効性が示された。

表1 ワンキックで推進した滑走距離

	被験者H(n=12)		被験者K(n=10)	
	鮫鱗シール	グリップワックス	鮫鱗シール	グリップワックス
M±S.D.(m)	3.77±0.70	3.38±0.84	4.68±0.82	3.71±0.78*

\* p<.05

### (3) 雪上コースでの実滑走試験

雪上コースでの実滑走を上記2名の経験者で試験し実滑走中にキック脚に後方スリップは生じないことが確認された。反面、コースの凹凸形状や雪性状に依存して前方への並進性に制動作用が加わる不都合が訴えられ、その改善の必要が明らかになった。

### (4) プロトタイプの滑降への制動作用の確認試験

上記の板に重量物を上乗せして荷重し積雪斜面に設定した小規模の滑降コースで滑走性能を滑走距離で評価した(図4)。



図4 重量物を荷重した斜面滑降コースでの滑走性能試験

スタートマークにスキーテイルを置きトップバンドにスタート停止用の板を置いている。

相対的軽量の荷重では高い滑走性が認められたが人体の体重を想定する重たい荷重ではセンターアーチのバンド機能の有効性を超えて鮫鱗組織が接雪・制動作用し、滑走性が低下した(表2)。

表2 プロトタイプの雪上滑走制動試験

	(n=3)			
	15	30	45	60
荷重負荷(kg・ft)				
滑走距離(m)(M±S.D.)	3.51±0.20	3.72±0.17	3.70±0.01	3.38±0.32

### (5) 鮫鱗皮シールにグライドワックスを施した滑走性能試験

上記3で認められた重たい荷重時の滑走性の低下に対して鮫鱗皮シールにグライドワックスを施して滑走制動が抑制されるかを試験した。この牽引張力計測の試験風景を図5に示した。



図5 鮫鱗皮シールにグライドワックスを施した滑走性能の試験風景

スキーブーツ内に荷重を装着し駆動モータに続いて牽引した。張力計を力線に直列に続いて計測した。

雪面にコースを設定し、軽量荷重したミニチュアタイプスキー板を斜面登り方向に等速で牽引してスタート後の張力を検出した。表3のように、本試験では貼り付けた鮫鱗皮にグライドワックスを施した場合進行方向への制動作用が抑制される可能性が示された。

表3 雪上登り斜面コースにおける鮫鱗皮シールへのグライドワックス塗布の滑走性能効果検証試験

	グライドワックス なし	グライドワックス塗布
張力 (abt.u.)	0.86	0.48

#### (6) シール面積の縮小による制動作用の抑制試験

前方滑走への制動の障害除去が必要になった。原因が既存のスキー板のグリップゾーン約70cmの長さの鮫鱗皮シールにあり、そのサイズの縮小を試み試験した。シール長を既存板の半分以下になる約25cmとして雪上で実滑走試験し、前方滑走の制動には多大な減少を認めたとコース面の凹凸や軟弱なコース面ではなお滑走が制動された。キック時の後方スリップは起こらなかった。そこで、シール長を1.5cmに極端に縮小し実滑走を試みた。前方滑走では制動の支障が皆無になった。キック時の後方スリップは整地コースでは起こらなかったが不整地コースでは起こった。結論として、シール長をあと僅かに延長してその最適長とし、競技応用出来ると判断された。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計2件)

1. 川初清典、山本敬三、竹田唯史、晴山紫恵子: XC スキーグリップゾーンに鮫鱗皮を張り付けた模型スキーの滑走性向上の基礎的試験、北翔大学北方圏生涯スポーツ研究センター年報 6、19-20、2015、(査読なし)

2. 川初清典、山本敬三、竹田唯史、晴山紫恵子: クロスカントリースキー・グリップゾーンへの生態材料鮫鱗皮応用案と基礎試験、北翔大学北方圏生涯スポーツ研究センター年報5、135-136、2014、(査読なし)

〔学会発表〕(計2件)

1. 川初清典、山本敬三、竹田唯史、晴山紫恵子: 鮫鱗皮をXCスキーグリップゾーンに応用したプロトタイプの滑走性の基礎的試験。北海道体育学会、北海学園大学(札幌市) 平成26年11月

2. 川初清典、山本敬三、竹田唯史、晴山紫恵子: 鮫鱗皮のC.C.スキーグリップゾーン応用デザインとプロトタイプ試作・劣化耐容試験。北海道体育学会、北海道教育大学函館校(函館市) 平成25年12月7日

〔その他〕

ホームページ等

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

川初 清典 (KAWAHATSU Kiyonori)  
北翔大学・生涯スポーツ学部・教授  
研究者番号: 80026822

##### (2) 研究分担者

山本 敬三 (YAMAMOTO Keizo)  
北翔大学・生涯スポーツ学部・教授  
研究者番号: 00405698

竹田 唯史 (TAKEDA Tadashi)  
北翔大学・生涯スポーツ学部・教授  
研究者番号: 10320574

晴山 紫恵子 (HAREYAMA Shieko)  
研究者番号: 30228671  
北翔大学・北方圏生涯スポーツ研究センター・共同研究員

横山 眞太郎 (YOKOYAMA Shintaro)  
研究者番号: 90002279  
北翔大学・非常勤講師