



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	冬季沿岸防風雪施設の環境人間工学的評価
Author(s)	山本, 憲昭; 横山, 真太郎; 嶋倉, 一實 他
Description	第12回衛生工学シンポジウム (平成16年11月4日 (木) -5日 (金) 北海道大学クラーク会館) . 一般セッション . 6 建築 都市環境とエネルギー有効利用 . 6-8
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 12, 197-200
Issue Date	2004-10-31
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/1264
Type	departmental bulletin paper
File Information	6-8_p197-200.pdf



6-8 冬季沿岸防風雪施設の環境人間工学的評価

- 山本 憲昭, 横山 真太郎, 嶋倉 一實 (北海道大学大学院工学研究科)
渥美 洋一, 木岡 信治, 石澤 健志 (北海道開発土木研究所・環境水工部)

1. はじめに

積雪寒冷地において、助惣鱈刺網漁に代表される冬季漁業作業では、作業従事者は長時間にわたる寒冷環境への曝露を余儀なくされ、それに伴う作業効率の低下や健康障害が懸念される。それに対し、北海道では、漁業作業従事者の沿岸における就労環境改善を目的とし、屋根付き防風雪施設の整備計画が進み始めている¹⁾。この様な前例の少ない施設の整備効果を評価する際、また、新たに施設を計画する際には、利用者への生体負担を定量化し、施設による就労環境の改善効果を定量的に評価することが重要と考えられる。

本稿では、漁業作業従事者に好意的に受け入れられている既設の屋根付き防風雪施設を対象に、防風雪施設内、および同漁港においてまだ整備が進められていない沿岸作業地点にて冬季漁業作業を対象とした被験者実験を行い、両地点における生理心理反応の実測値を比較することで、屋根付き防風雪施設の有効性を検討した。

2. 漁港における被験者実験

2.1 測定条件及び測定手順

2004年1月下旬、北海道後志地方に位置する古平漁港において、冬季沿岸漁業作業を対象とした被験者実験を行い、温熱生理心理反応の測定を行った。測定地点は、古平漁港内においてまだ防風雪施設の整備が行われていない、旧来の一般的な沿岸作業地点(以下 Non-shelter)、及び同漁港内に北海道開発局により建設された屋根付き防風雪施設(W20.0m×D11.0m×H4.6m)内(以下 Shelter)とした。各地点の様子を図1に示す。これらの地点において、防風雪

施設による生体負担の軽減効果を検討するため、漁業の基本的な沿岸作業項目である陸揚作業を模擬したボトル(0.5kg)引き上げ作業を行った。

被験者は測定前、室内に60分間待機し、Non-shelter及びShelterまで移動した。その後、陸揚の模擬作業を行い、温熱生理心理反応を30分間測定した。

2.2 被験者

被験者は健康な成人男性6名で、その職業はフィールドワークを専門とする研究職である。被験者の身体特徴を表1に示す。ここに体表面積は藤本らの式²⁾にて算出した。着衣については、予備調査より得られた知見を基に、漁業作業従事者が冬季に身につける衣服類と同等の着衣量を有すると考えられるものを選定し、6名の被験者とも同様のものを着用した。表2に測定時に被験者が着用した衣服の内容を各々の素材、重量と共に示した。表3にはサーマルマネキン(NHT-11C1, 松本繊維科学研究



Non-shelter

Shelter

図1 測定の様子

表1 被験者の特徴

身長[m]	1.73±0.03
体重[kg]	68.7±5.1
体表面積[m ²]	1.77±0.07
年齢[years]	35.7±10.8
mean±SD	
n=6	

所)により測定した部位別着衣量(有効クロ値)を示した。

2.3 測定項目及び測定方法

Non-Shelter 及び Shelter における被験者の生理反応として、皮膚表面温度、直腸温を作業に対する拘束が少なく、測定精度の高いポータブル型サーミスタ(LT-8A, Gram)にて 5 秒間隔で連続測定した。皮膚表面温度の測定箇所は、額部、腹部、前腕部、手背部、大腿部、下腿部、足背部の 7 点とし、センサ部をサージカルテープにて直接皮膚に貼付した。また、顔面温、衣服表面温度については 5 分間隔でサーモグラフィ(TH5100, NEC 三栄)にて撮像を行った。

心理反応の指標に関しては、温冷感として、“寒い”から“暑い”までの 7 段階を、熱的快適感として、“非常に不快”から“非常に快適”までの 7 段階³⁾を設定し、申告用紙に被験者自身に 5 分間隔で記録してもらった。

温熱環境要素としては、気温、風速、日射量、湿度を測定した。ただし、日射量は漁港本部の建物屋上にて測定し、Shelter 測定時の値については参考値とした。気温、湿度については、同時に各被験者の胸ポケットにポータブル型温湿度ロガー(TR-72U, T&D)を入れ、ケーブルで接続されたセンサのみを気中に出した状態で測定し、被験者間に特異的な差が無いかをモニタした。

作業時の代謝量については、現場での同時測定は物理上困難であるため、漁港における測定とは別箇に行った。測定には breath-by-breath によるガス交換測定法に基づく呼吸代謝測定装置(Vmax29 c, Sensor medics)を用いた。測定の結果、作業時における総代謝量は 56.8 ± 5.6 [W/m²]であり、同時に測定した椅座安静時の代謝量との比率は 1.4 ± 0.1 [METS]であった。

3. 測定結果と考察

3.1 温熱環境要素

Non-Shelter 及び Shelter における温熱環境要素の測定結果を表 4 に示す。気温をみると、Non-Shelter と Shelter 間ではほぼ同様であったが、風速の平均値をみると、Non-Shelter で 2.6[m/s]、Shelter で 0.9[m/s]であり両地点測定時の値に平均で 1.7[m/s]の差がみられた。

3.2 生理反応

図 2 に、Non-shelter 及び Shelter の部位別皮膚温の経時変化を 6 名の被験者の平均値で示した。各地点、各部位の皮膚温とも、測定開

表 2 着衣内容

衣服名	素材	重量[g]
帽子	アクリル	120
襟巻き	ポリエステル	40
半袖シャツ	綿	130
長袖シャツ	綿	210
セーター	ウール・ナイロン	300
作業着 上	ポリエステル・綿	660
防寒着 上	ポリエステル・ナイロン	760
軍手	綿	40
ゴム手袋	ゴム	120
トランクス	綿	60
インナーパンツ	綿	140
インナーパンツ	綿・アクリル	160
作業着 下	ポリエステル・綿	420
防寒着 下	ポリエステル・ナイロン	490
靴下	ウール	110
長靴	ゴム・ウレタン	1420

表 3 部位別着衣量

部位	clo 値 [-]
頭部	1.22
胸部	2.79
腹部	2.54
背部	3.91
腰部	2.21
上腕部	2.34
前腕部	1.45
手部	0.41
大腿部	1.31
下腿部	1.64
足部	0.73
全身*	1.93

*:面積加重平均

表 4 温熱環境要素測定結果

	Non-shelter	Shelter
風速[m/s]	2.6±1.17	0.9±0.40
気温[°C]	-3.6±0.24	-3.6±0.32
湿度[kg/kg(DA)]	2.7±0.17	2.1±0.00
日射量[MJ/m ²]*	0.2±0.01	0.2±0.03

*:10分間積算値

始後、低下傾向がみられる。測定前後の温度変化幅が最も大きい部位は Non-Shelter, Shelter 共に手背部であり, Non-Shelter と Shelter 間で最も変化幅に差が見られた部位は露出部位にある額部であった。

図 3 は Non-Shelter と Shelter の平均皮膚温と直腸温の差異をみたものである。平均皮膚温は Hardy-DuBois の 7 点法⁴⁾によって算出した。平均皮膚温は, Non-Shelter, Shelter 共に低下を続けているが, その温度変化率は, Non-Shelter で大きく, 測定開始後 15 分以降は Non-Shelter の平均皮膚温は Shelter のそれより有意に低い値を示している。直腸温は両地点の値とも血流分配を反映した上昇傾向がみられた⁵⁾が, 測定時間内において, 有意な差は認められなかった。

3.3 心理反応

図 4 と図 5 は Non-Shelter と Shelter における全身温冷感と熱的快適感の差異をみたものである。全身温冷感をみると, 測定開始後

10 分以降で Non-Shelter の申告値は Shelter のそれより有意に低い値を示しており, 測定開始後 30 分の時点では, ほとんどの被験者が -3(非常に寒い)を申告した。熱的快適感に関しては, 測定時間中, -1(やや不快)を下まわらず, 比較的中立に近い値を維持している Shelter に対し, Non-Shelter では下降を続けており, 測定開始後 10 分以降は Shelter と比べ, 有意に低い値を示した。

温熱心理反応と, 平均皮膚温, 直腸温の関係について Gagge ら⁷⁾は, 定常状態の寒冷環境

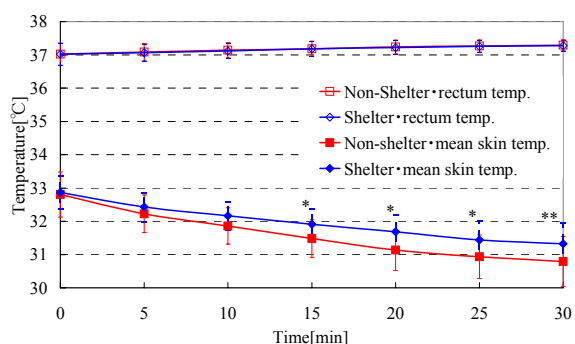


図 3 生体温度の経時変化の比較

mean ± SD *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$

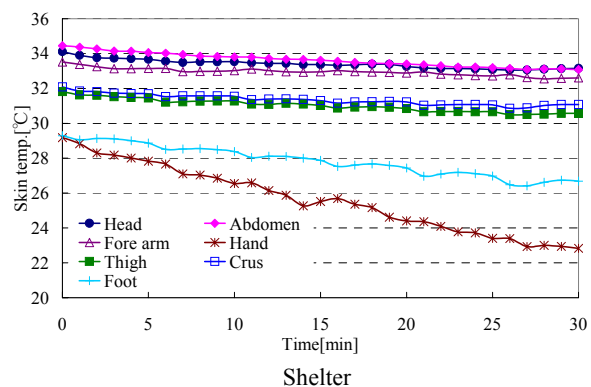
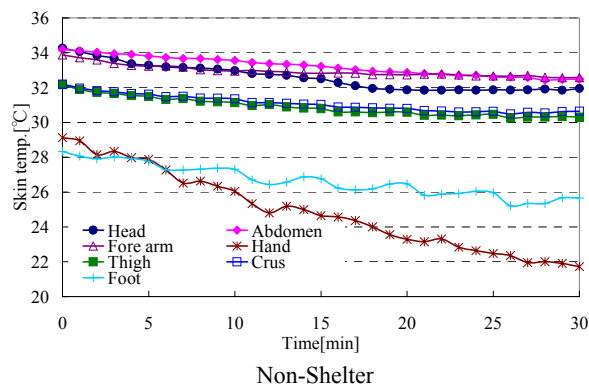


図 2 皮膚表面温度の経時変化

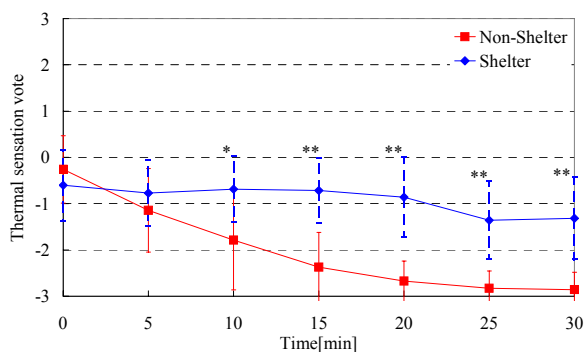


図 4 全身温冷感の比較

mean ± SD *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$

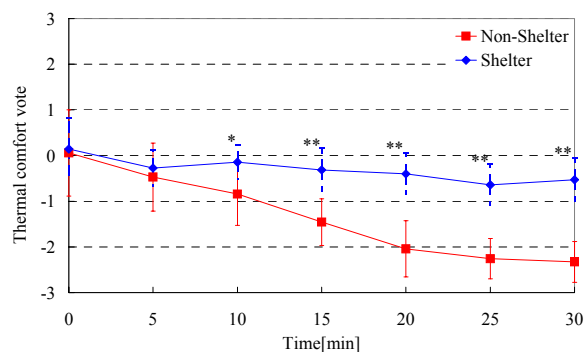


図 5 熱的快適感の比較

mean ± SD *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$

では相対的に、全身温冷感、熱的快適感は平均皮膚温の低下度と相関が高いことを示し、この関係は熱的快適感では快適から不快に移行する非定常状態にも成立するとした。田村ら⁸⁾はヒトの冷感受性の部位差を検討し、冷感受性は顔面部、体幹部、上肢部、頸部、下肢部の順に低下する傾向がみられること、ただし、上肢にもかかわらず手掌は高い感受性を示すことを報告した。本研究において、Non-Shelter, Shelterにおける測定前後の皮膚表面温度の温度低下度に比較的大きな差がみられた部位は、露出部にある顔面部と衣服熱抵抗の少ない手部であった(図 2)。これらの冷感受性が高い部位の皮膚表面温度の低下を Shelter によって軽減できたことが、直腸温に差が認められなかったにもかかわらず、心理反応においては両地点の値に有意な差がみられた理由であると推察される。

4. まとめ

漁業作業従事者の就労環境改善のために整備された屋根付き防風雪施設の有効性評価のために、まだ整備の行われていない沿岸作業地点、及び既設の屋根付き防風雪施設内において漁業沿岸作業を模擬し、温熱生理心理反応の測定を行った。以下に主な結果を示す。

- 1) 30 分間作業後における皮膚表面温度の低下幅は未整備の沿岸作業地点に比べ、屋根付き防風雪施設内において小さいことが示された。
- 2) 温冷感、熱的快適感においても、両地点における申告値には有意な差がみられ、屋根付き防風雪施設が漁業作業従事者の温熱心理的な負担を軽減していることが示された。

以上の結果から、屋根付き防風雪施設は漁業作業従事者の温熱生理心理的な負担を軽減しており、冬季沿岸漁業作業者の就労環境の改善に有効であるといえる。今後、少なくとも積雪寒冷地域、特に風速の大きい漁港においては新

たに屋根付き防風雪施設が整備されることが望まれる。さらに、一般に青年と比べ代謝量が低下する高齢の作業従事者が多い漁港においては、その重要性はさらに大きくなると考えられる。

謝辞 北海道開発局小樽港湾事務所の方々には測定及び、測定準備のための場をご提供頂きました。航空医学実験隊の小川亘先生、尾崎博和先生には部位別着衣量の測定においてご協力をいただきました。また、寒さの中、測定に協力して頂いた被験者の皆様にここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 北海道開発土木研究所 (2003) : <http://port-web.ceri.go.jp/tema/tema08.html>.
- 2) 藤本薫喜ほか (1968) : 日本人の体表面積に関する研究(第 18 編), 日本衛生学雑誌, 23(5), pp443-450.
- 3) 大野秀夫, 堀越哲美, 久野覚, 土川忠浩, 松原斎樹, 伊藤尚寛(1993): 快適環境の科学, 朝倉書店, 東京.
- 4) Hardy, J. D. and E. F. DuBois (1938) : The Technique of Radiation and Convection, J. Nutrition, 15, pp461-475.
- 5) Burton, A. C. and O. G. Edholm (1969) : Man in a Cold Environment, Hafner, New York.
- 6) Leblanc, J. (1975) : Man in the Cold, Charles C Thomas, Springfield, Illinois.
- 7) Gagge, A. P., J. A. J. Stolwijk and J. D. Hardy (1967) : Comfort and Thermal Sensations and Associated Physiological Responses at Various Ambient Temperatures, Environ. Res., 1, pp1-20.
- 8) 田村照子, 李旭子(1995) : ヒトの冷感受性の部位差について, 日本家政学会誌, 46(11), pp1081-1090.