【学位論文紹介】

靴着用時における足部快適性の客観的指標

金城学院大学大学院人間生活学研究科　内田有紀

第１章　序　論

人が被服を着用すると、皮膚と被服の間には自然環境とは異なる局所気候が形成される。これを被服気候といい、この被服気候を最良状態に保つことにより被服着用時の快適性が得られ、衣生活の質の向上が図られる。従来より、被服気候の客観的指標として、被服内の温度・湿度、皮膚温、中核温、発汗量、血圧や血流などが測定されており、その被服気候と快適性との関係については多くの研究者により報告されている[1-3]。

本研究では、人体を覆う様々な被服の中でも特に靴に着目し、靴内気候と快適性について検討することを目的とした。これまでの研究報告[4-7]は、快適性の客観的指標である靴内の温度・湿度、足部の皮膚温、発汗量などを測定し、局所の生体反応や自覚症状との関わりについて述べている。しかし、いずれの報告においても靴内の換気の重要性について定性的に述べているものの、直接換気を定量的に測定したものはない。また、靴内の換気状況について定量的に把握し言及したものも、靴内の二酸化炭素の衛生学的意義について言及したものもない。そこで本研究では、被服気候の一つである靴内気候に着目し、靴着用時における足部快適性の客観的指標について検討した。

第２章　室内換気回数測定法を応用した靴爪先空間換気回数測定法の検討

靴爪先空間換気回数測定法を確立するため、二酸化炭素標準ガスを靴爪先空間に供給し、その減衰割合から換気回数を求める方法を検討した。室内に用いられている“室内に二酸化炭素を供給し換気によるその濃度低下の速度測定による方法”[8]を靴爪先空間に応用するためには、微小空間である靴爪先空間に放たれた二酸化炭素が室内空間と同様の減衰を示すことが求められる。そこで、靴爪先空間に10%二酸化炭素標準ガスを供給し、その供給時間および減衰経過、さらに自然換気回数と強制換気回数の実用化への検証を行った。結果、靴爪先の二酸化炭素濃度の変化は、室内と同様の減衰を示し（Fig.1）、室内換気回数測定法が靴爪先空間にも応用できることが明らかとなった。よって、靴爪先空間の換気

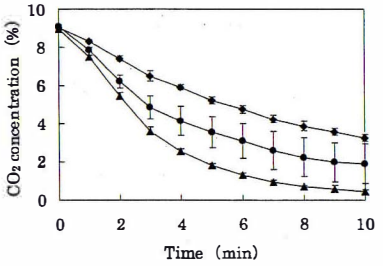

Fig.1　Decrease in carbon dioxide concen trationin the shoe toe area (in case of natural ventilation) (mean±S.E. n=5)

た。靴爪先空間に 10%二酸化炭素標準ガスを 250ml/min の供給速度で５分間供給する。供給中止後、あらかじめ予備実験により目安をつけておいた初期二酸化炭素濃度の 80～20%の減衰を示す任意の時間に（Fig.2）靴爪先空間の空気を 2.0ml ガスタイトシリンジで 0.5ml 採取し、ガスクロマトグラフにより二酸化炭素濃度を分析する。次に、下記の式より、換気回数を算出する。本法の測定誤差は±20%である。

$$E = 2.303 \frac{1}{t} \log \frac{C_1 - C_0}{C_t - C_0}$$

E：換気回数（回／ｈ）
ｔ：時間（ｈ）
C_t：ｔ時間後の靴爪先の濃度（%）
C_0：環境濃度（%）
C_1：靴爪先の初期濃度（%）

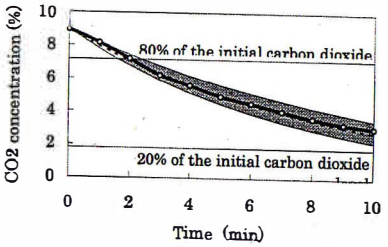

Fig.2　Actual decrease in carbon dioxide concentration and theoretical range within ± 20 percent error on pumps (in case of natural ventilation)
: actual decrease　: theoretical decrease
: area corresponding to ±20% theoretical value

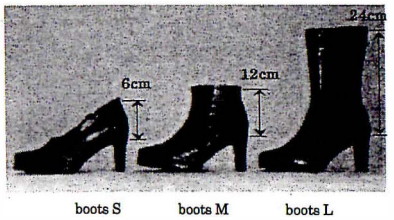

Fig.3　Boots for experiments

第３章　靴の履き口の形状が換気回数に及ぼす影響

靴の履き口の形状が換気回数に及ぼす影響について、履き口の高さの異なるブーツを用いて検討した。ブーツは、そのままの高さのものと踝より上を半分にカットしたもの、パンプスのように甲の部分からカットしたものの 3 種類とした（Fig.3）。換気回数の測定部位は靴爪先および足底弓とし、測定方法は第２章と同様にして行った。結果、安静時（0km/h）の換気回数は、靴爪先においても足底弓においても、3 種類のブーツは同程度の換気状況であった（Fig.4）。安静時においては、換気不足による靴内環境の悪化が、不快感を引き起こす一要因となることが推察される。歩

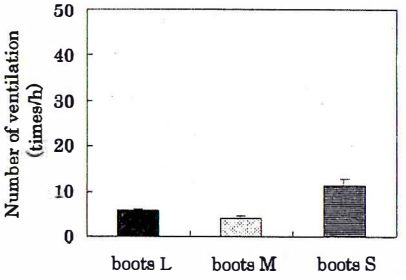

Fig.4　The number of ventilation on the shoe toe area during resting (mean±S.E.)
＊＊：p<0.01，＊：p<0.05

行時は、靴爪先・足底弓ともに、歩行速度の増加とともに換気回数も直線的に増加した。歩行時には「ふいご作用」[9] が起こり、靴爪先よりも足底弓の方が強く換気が行われていることが明らかとなった。また歩行時には、履き口の高さが換気を阻害していることが示唆された。膝関節より遠位の部分を覆う靴においては、素材からの換気の工夫や履き口の構造を改良することなどにより、靴内の換気を促進させる必要があることが示唆された。

第４章　換気湿度の相違が靴内気候および自覚症状に及ぼす影響

夏季の高温多湿環境下を想定して、靴爪先に高湿度および低湿度の空気を注入し、それぞれの靴内気候および自覚症状に与える影響について明らかにした。温度 30℃、湿度 60%R.H.の人工気候室内において、高体温期の女子学生 5 名を被験者とし、靴爪先に高湿度空気を注入した条件(高湿群)、低湿度空気を注入した条件(低湿群)、およびそのままの条件(コントロール群)の 3 条件について着用実験を行った。測定項目は、靴爪先気候、足爪先気候、足趾皮膚温、平均皮膚温、口腔温、足爪先および全身の自覚症状である。結果、高湿群は、コントロール群に比較して靴爪先湿度は同程度で換気量の異なる靴爪先気候が形成され、低湿群は、高湿群に比較して靴爪先の換気量は同程度で湿度の異なる靴爪先気候が形成されたことが確認された（Fig.5）。足爪先の温冷感、蒸れ感、べとつき感、快適感は、コントロール群、高湿群、低湿群の順に感覚の緩和が認められた。足爪先の不快感が高湿群より低湿群の方が緩和されたのは、低湿度の空気を注入したことにより、靴爪先の換気に伴う水分の蒸発が促進されたためである。足爪先の不快感を和らげるためには、高温多湿環境下では換気される空気が高温・多湿であるため、靴爪先の換気量を増加させただけでは十分な効果が期待できないと思われる。従って、夏季の高温多湿環境においては、靴爪先の換気が湿度の低い空気によって行われるような除湿機能を備えた靴を企画・設計する必要がある。また、日常生活における靴の管理においても、着用後は靴を乾燥させたり、次の日には靴を休ませるなどの対処をすることにより、着用時の靴内の湿度を低く保つような消費者への教育が望まれる。

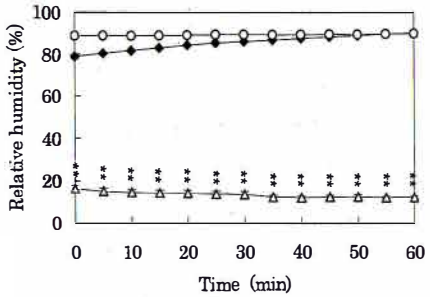

Fig.5　Time courses of relative humidity on the shoe toe area (mean±S.E. n=5)
**: p<0.01, *: p<0.05
—◆—: control　—○—: high humidity　—△—: low humidity

第５章　総　括

第１章～４章までの結論をまとめ、総括を行った。靴着用時における足部快適性の把握には、二酸化炭素を用いた靴爪先空間の換気回数測定法が有用であり、それぞれの靴の換気状況を定量的に把握できることが明らかとなった。足部の快適性を得るためには、ブーツなど下腿部を覆う靴を着用した場合や足を動かすことの少ない安静時においては履き口からの換気が少ないため、素材を通しての換気や靴の構造の改良によって換気を促進させる必要があることが示唆された。また、靴内の換気を促進させることも必要であるが、さらに、換気される空気性状においても重要な要素であり、夏季の暑熱環境下においては湿度の低い空気による換気が必要であることが示唆された。靴着用時の足部の快適性は、温熱生理学的視点からは、靴内環境を高温・多湿にならない状態に維持することが重要な要素である。そのためには、十分な換気機能が靴に備わっており、尚かつ、足部へのフィット性およびデザイン性などの構造的機能を高く維持する必要がある。本研究において、快適な靴作製の一助とするため、従来より用いられている靴内の温度・湿度、皮膚温、自覚症状などの指標に加えて、換気が快適性の客観的指標となり得ることが示唆された。

引用文献

1）久慈るみ子：生理反応と快適性に及ぼす被服の影響，尚絅女学院短期大学研究報告，44，229-234（1997）
2）長田泰公，高野倉睦子：肌着の素材が運動発汗時の衣服気候と着心地におよぼす影響，共立女子短期大学生活科学科紀要，34，95-101（1991）
3）丸山康子，吉田敬一：アスベスト防護服着用時の衣服気候と人体反応について，実践女子大学家政学部紀要，28，53-60（1991）
4）Atsuko Kawabata，Hiromi Tokura　Effects of Two Kinds of Sports Shoes with Different Structure on Thermoregulatory Responses，Annals of Physiological Anthropology，12(3)，165-171 (1993)
5）Atsuko Kawabata，Hiromi Tokura : Effect of Shoe Type on the Thermoregulatory Response and Clothing Microclimate in Women during Walking and Resting，Journal of Home Economics of Japan，44，665 (1993)
6）瀬戸房子：婦人靴の快適性に関する研究，鹿児島大学教育学部研究紀要自然科学編，48，135-142（1997）
7）三ツ井紀子，吉田和江，石井泰博，白井邦郎，長南康正，岡村浩：靴の衛生学的検討（第１報），繊維製品消費科学，40(5)，333-341（1999）
8）日本薬学会編：衛生試験法・注解，金原出版，p.1004-1006（2000）
9）大塚斌，近藤麻理，柿山哲治，高橋周一，軍司敏博：着靴歩行時の靴内湿度とベンチレーション効果に関する研究，繊維製品消費科学，36(4)，32-38（1995）

謝辞

博士論文を記するにあたり、御指導ならびに御高閲を賜りました金沢学院大学大学院の成瀬正春教授に心から感謝の意を表し厚く御礼申し上げます。また、実験に御協力頂きました被験者諸姉に心から感謝いたしますとともに御礼申し上げます。

【学位論文紹介】

夜間断眠中の生理反応に対する高照度光の照射効果

了徳寺大学　横井麻理
指導　千葉大学教授　勝浦哲夫

目的

現代の文明社会の中で、夜間勤務中における眠気の増加や心血管機能の悪化は労働の安全性を低下させる恐れがある。夜間断眠は眠気、脳波活動および心血管反応など、様々な生理機能に影響する。安静時の主観的眠気は、夜間断眠中の早朝に明らかに増加する[7,19]。列車運転中[24]あるいは精神作業中[11]においても、主観的眠気は夜間断眠中を通して増加する。脳波のθ波活動は断眠中に増加し、θ波活動は主観的眠気と有意に相関関係にある[8]。開眼安静時の脳波のα波活動も、夜間断眠中の時間経過に伴い増加する[3,5,24]。心血管反応の場合、安静時心拍数は夜間断眠中に徐々に低下し、この心拍数の夜間における低下はβｱﾄﾞﾚﾅﾘﾝ性交感神経活動の減少によって媒介されている[13]。安静時および精神ﾀｽｸ時の両方において夜間断眠中に交感神経性心臓調節が増加し、副交感神経性調節が減少する[25]。

継続的なBL照射は、夜間断眠中の生理機能障害を減少させると考えられている。夜間における超BL照射(5000 lux)は、主観的眠気の増加を遅延させ[17]、開眼時脳波の高α活動を減少させる傾向にある[4]。真夜中および早朝における中照度光(800 lux)の10分間の照射は、暗闇(0 lux)条件および低照度光(DL, 100 lux)条件と比較して、心拍数の夜間における低下を緩和させる[20]。心拍数のこの増加は、心臓交感神経活動の増加によるものである[21]。しかしながら、夜間断眠中における継続的なBL照射が、精神タスク時の眠気、脳波活動、心血管反応および心臓自律神経活動に及ぼす影響について評価した研究はみられない。本研究では、夜間断眠中を通した継続的なBL照射による眠気、脳波活動および心血管反応に対する効果を、安静時と同様に精神ﾀｽｸ時においても評価することを目的とした。

方法

健康な男性8名が実験に参加した(22.0±0.4才)。被験者は実験の1週間前から一般的な就寝時間を保持していた。被験者は1800時に研究室で食事(約570 kcal)を食し、1930時から実験終了(0430時)まで実験室内で半臥位の姿勢を保持した。実験準備中の室内照度は120 luxであり、2110時に室内照度をBL(2800lux)あるいはDL(120 lux)の条件に設定した。環境温は28.5±0.1℃で一定に維持した。

被験者は1時間毎に、安静(10分間)および精神タスク(15分間)を行った。基礎ｴﾈﾙｷﾞｰに必要な食事として、一定ｶﾛﾘｰの食事(ｸﾗｯｶｰ：60 kcal)および水(100 ml)を1時間毎に被験者に与えた。最後の測定の終了時(0430 h)に、被験者から採尿した。

【精神タスク】　Stroop color-word conflict test (CWT)は心血管反応において2時間後[9]および1ヶ月後[10]に再現性がある。ﾀｽｸは視覚刺激および聴覚刺激から構成された。赤、青、緑、黄あるいは紫の漢字の1つをﾗﾝﾀﾞﾑにｺﾝﾋﾟｭｰﾀ画面中央に表示した。漢字は5色の内1色で書かれているが、漢字の名前と漢字の色は異なっていた。同時に漢字の名前とは異なった色単語の名前を、聴覚刺激として被験者に与えた。漢字の色を回答するように被験者に指導し、画面下部に黒色で示した5つの色単語を、ﾏｳｽでｸﾘｯｸして回答した。色単語の提示は2秒であり、2秒間に答えられなかった場合、ﾋﾞｰﾌﾟ音を鳴らし、次の問題を提示した。これらのﾌﾟﾛｾｽを15分間繰り返した。被験者は右手でﾏｳｽ操作を行った。

【測定】　尿ｻﾝﾌﾟﾙからﾒﾗﾄﾆﾝ濃度を測定した。尿中ﾒﾗﾄﾆﾝの代謝産物である尿中6硫酸ﾒﾗﾄﾆﾝ濃度を酵素免疫測定法により測定した。直腸温は直腸から10cmのところにｻｰﾐｽﾀを設置して測定した。主観的眠気は関西学院睡眠ｽｹｰﾙ(KSS)[15]を使用して評価した。

脳波活動は左耳朶を基準電極としてOz部位から測定した。継続した4秒間の脳電図から高速ﾌｰﾘｴ変換によって周波数解析を行った。この4秒ｴﾎﾟｯｸのｽﾍﾟｸﾄﾙ振幅を計算し、7ｴﾎﾟｯｸのｽﾍﾟｸﾄﾙ振幅を平均した。脳波活動は3つの周波数帯域(θ：4.1504-8.0566 Hz、α：8.0566-13.183 Hz、β：13.183-25.146 Hz)に分けて評価した。各周波数帯域において、脳波活動は2200時の安静値のﾊﾟｰｾﾝﾃｰｼﾞで表記した。

動脈血圧は非利き手の中指で継続的に測定し、1秒毎に記録し5分間で平均した。心臓自律神経活動は、継続した5分間の心電図ﾃﾞｰﾀから評価した。R波を検出してRR間隔を計算し、心拍数を求めた。RR間隔の時間ｼﾘｰｽﾞに自己回帰を用いて周波数解析を実施した。低周波数(LF, 0.03-0.15 Hz)および高周波数(HF, 0.15-0.40 Hz)帯域のｽﾍﾟｸﾄﾙﾊﾟﾜｰを求めた。両ｽﾍﾟｸﾄﾙ成分は以下の式によって標準化した。各成分の絶対値ﾊﾟﾜｰ/(ﾄｰﾀﾙﾊﾟﾜｰ－超低周波数ﾊﾟﾜｰ)×100。低周波数ﾊﾟﾜｰ値と高周波数ﾊﾟﾜｰ値の比率を求め、LF/HFと表記した。%LF、%HFおよびLF/HFをそれぞれ心臓交感神経活動指標、心臓副交感神経活動および交感・迷走ﾊﾞﾗﾝｽ指標とした。呼吸数は呼吸用ｻｰﾐｽﾀのｼｸﾞﾅﾙを計算して求めた。

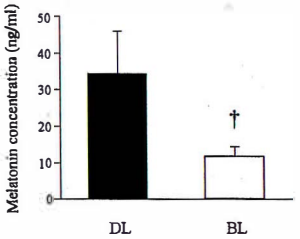

Fig.1 Melatonin concentration under dim light (DL) and bright light (BL) conditions. Data are mean± SEM of eight subjects. † P<0.05, compared with DLcondition.

結果

【ﾒﾗﾄﾆﾝと体温】　尿中6硫酸ﾒﾗﾄﾆﾝ濃度は、高照度光を照射することによりDL条件後よりBL条件後の方が有意に低ﾚﾍﾞﾙであった(Fig.1)。DL条件の直腸温は2300時以降に有意に減少したが、BL条件の場合、直腸温は0200時以降に有意に低下した(Fig.2)。これらの結果は夜間断眠中におけるBL照射はﾒﾗﾄﾆﾝ分泌を抑制し、体温低下を緩和することを示した。

【主観的眠気および脳波活動】　安静時の場合、DL条件のKSSは0200時以降に有意に増加し始めたが、BL条件の場合、0400時に有意に増加した(Fig.3上)。そのため、BL照射は主観的眠気の増加開始を遅延させた。2400時以降、DL条件のθ波活動

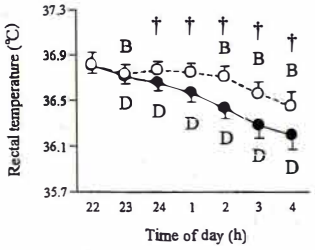

Fig.2 Time courses of rectal temperature under dim light (DL: solid circles) and bright light (BL: open cercles) conditions. Data are mean ± SEM of seven subjects. † P<0.05, compared with DLcondition. [D]P<0.05, compared with 2200 h (baseline) under DL conditions. [B]P<0.05, compared with 2200 h (baseline) under BL conditions.

は BL 条件より有意に大きかった(Fig.4 上)。DL 条件の安静時 θ 波活動は 2200 時と比較して 0400 時に有意に増加したが、BL 条件では有意な変化はなかった。BL 条件の安静時 α 波活動は、0400 時において DL 条件より有意に大きかった(Fig.4 下)。DL 条件の α 波活動は 2200 h と比較して 2400 時に有意に増加し、その後、変化はなかった。一方、BL 条件の α 波活動は夜間における増加が遅延し、0200 時に有意に増加した。

精神タスク時の場合、DL 条件の KSS は 0200 時以降に増加したが、BL 条件の場合、夜間断眠中を通して安定していた(Fig.3 下)。CWT 中の θ 波活動および α 波活動に特別な変化はなかった。

【血圧、心拍数および心臓自律神経活動指標】 安静時の収縮期血圧は、DL 条件の場合、夜間断眠中に変化しなかったが、BL 条件では 0100 時以降に有意に増加した(Fig.5 上)。BL 条件の収縮期血圧は、0100 時および 0300 時において DL 条件より有意に大きかった。安静時の心拍数は、DL 条件の場合、2300 時以降に有意に低下したが、BL 条件では 0300 時以降に有意に低下した(Fig.6 上)。安静時心臓自律神経活動指標に特別な変化はなかった。

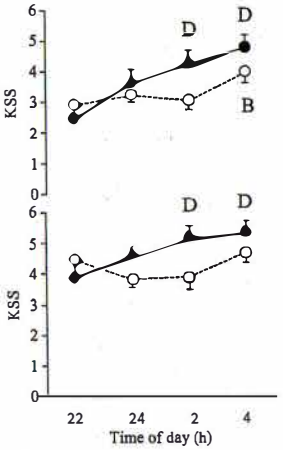

Fig.3 Change in subjective sleepiness (KSS) at rest (top panel) and during mental task (bottom panel) under dim light (DL: solid circles) and bright light (BL: open cercles) conditions. Data are mean± SEM of eight subjects. ^{D}P<0.05, compared with 2200 h (baseline) under DL conditions. ^{B}P<0.05, compared with 2200 h (baseline) under BL conditions.

精神ﾀｽｸ時の収縮期血圧に特別な変化はなかった(Fig.5 下)。精神タスク時の心拍数の場合、DL 条件では夜間断眠中を通して変化しなかったが、BL 条件では 0200 時以降に有意に低下した(Fig.6 下)。心臓自律神経活動指標の場合、DL 条件のみにおいて有意な変化が認められた(Fig.7)。DL 条件の%LF と LF/HF は 0400 時以降に有意に増加した。DL 条件の%HF0400 時以降に有意に減少した。一方、BL 条件の心臓自律神経活動指標において有意な変化は認められなかった。結果として、DL 条件の LF/HF は、0400 時において BL 条件より有意に大きかった。

【精神ﾀｽｸの効果】 夜間断眠中を通した主観的眠気および血圧は、両光条件ともに CWT により有意に増加した(Table 1)。θ 波活動は、BL 条件のみにおいて CWT により有意に増加した。心拍数は、DL 条件のみにおいて CWT より有意に増加した。一方、CWT は両光条件ともに呼吸数に影響しなかった。CWT による血圧の増加量(ΔSBP および ΔDBP)は、両光条件ともに夜間断眠中を通して変化しなかった(Fig.8 上中)。CWT による心拍数(HR)の増加量(ΔHR)は DL 条件のみにおいて 0100 時および 0300 時以降に増加した。2200 時の ΔHR は DL 条件より BL 条件の方が有意に

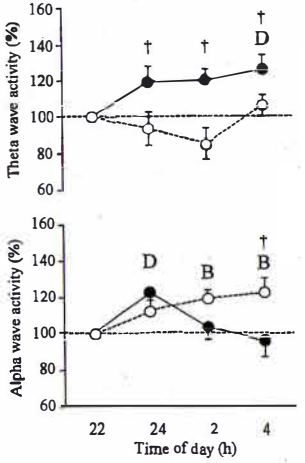

Fig.4 Change in theta and alpha wave activities of electroencephalogram at rest under dim light (DL: solid circles) and bright light (BL: open cercles) conditions. Data are mean± SEM of eight subjects. † P<0.05, compared with DLcondition. ^{D}P<0.05, compared with 2200 h (baseline) under DL conditions. ^{B}P<0.05, compared with 2200 h (baseline) under BL conditions.

大きかったが、0100 時には DL 条件の方が有意に大きかった。

考察

安静時体温と内因性ﾒﾗﾄﾆﾝﾚﾍﾞﾙは、ﾋﾄの概日ﾘｽﾞﾑを設定する。ﾋﾄの体温ﾘｽﾞﾑは早朝に最低値を示し、ﾒﾗﾄﾆﾝﾘｽﾞﾑはﾋﾟｰｸを示す [16]。内因性ﾒﾗﾄﾆﾝの夜間における増加は、体温の夜間における低下と関係している [18]。夜間断眠中における BL 照射(2500 lux 以上)はﾋﾄのﾒﾗﾄﾆﾝ分泌を抑制し、DL 条件と比較して体温を増加させる [23]。本研究でも、BL 照射により夜間断眠中を通してﾒﾗﾄﾆﾝﾚﾍﾞﾙは抑制され、直腸温は増加し、これらの報告と一致した。

主観的眠気と脳波の θ 波活動は夜間断眠中を通して増加する [8]。開眼時の α 波活動は眠気の増加と平行している [22]。夜間における BL 照射(5000 lux)は眠気の増加を遅延させ [17]、脳波の θ 波および α 波活動を減少させる [4]。本研究の BL 条件における KSS、θ 波活動および α 波活動はこれらの結果と一致した。本研究の α 波活動の場合、DL 条件において 2400 時以降は変化しなかった。DL 条件下(10 lux 以下)での断眠中、α 波活動は内因性体温ﾘｽﾞﾑおよび血漿ﾒﾗﾄﾆﾝﾘｽﾞﾑと時間的関係がある [1]。そのことより、覚醒時 α 波活動は概日ﾌﾟﾛｾｽとﾎﾒｵｽﾀｼｽﾌﾟﾛｾｽの両方に依存していると、彼ら [1] は結論した。本研究の DL 条件における α 波活動は、概日ﾌﾟﾛｾｽを主に反映しているのかもしれない。夜間断眠中における BL 照射(2500 lux)は、安静時脳波の θ 派活動および α 波活動の増加を遅らせると提案した。

夜間断眠中のﾋﾞｼﾞﾗﾝｽﾀｽｸは主観的眠気を増加させる [11]。本研究でも、CWT 時の KSS は DL 条件では 0200 時以降に有意に増加したが、BL 照射により KSS は夜間を通して一定であった。真夜中におけるﾋﾞｼﾞﾗﾝｽﾃｽﾄ中の主観的覚醒度は、BL 照射により有意に増加する [6]。そのため本結果は、安静時と同様に精神タスク時においても、BL 照射は主観的眠気の増加を抑制することを示した。

本研究の特徴的な点は、θ 波活動および α 波活動における BL 効果が CWT により消失したことであった。一方、KSS では安静時と同様に CWT 時でも BL 効果が維持されていた。精神タスク時における脳波活動は、全帯域において 40 時間断眠中に増加する [5]。夜間列車運転による精神タスク時において、θ 波活動と主観的眠気は高い相関を示す [24]。しかしながら、これらの両研究は実験中の光強度については言及していない。脳

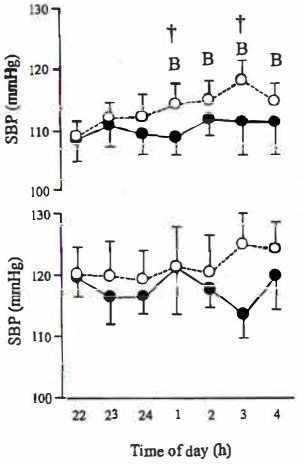

Fig.5 Change in systolic blood pressure (SBP) at rest (top panel) and during mental task (bottom panel) under dim light (DL: solid circles) and bright light (BL: open cercles) conditions. Data are mean ± SEM of six subjects. † P<0.05, compared with DLconditions. ^{B}P<0.05, compared with 2200 h (baseline) under BL conditions.

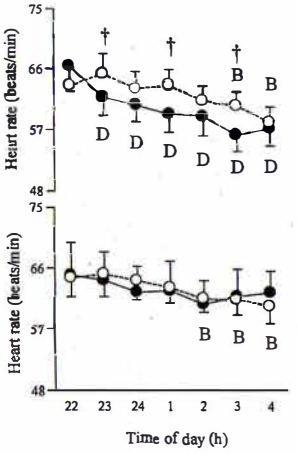

Fig.6 Change in heart rate at rest (top panel) and during mental task (bottom panel) under dim light (DL: solid circles) and bright light (BL: open cercles) conditions. Data are mean ± SEM of seven subjects. † P<0.05, compared with DL conditions. ^{D}P<0.05, compared with 2200 h (baseline) under DL conditions. ^{B}P<0.05, compared with 2200 h (baseline) under BL conditions.

波活動におけるこの矛盾の理由は、光強度と同様に、精神ﾀｽｸのﾀｲﾌﾟの違いが恐らく関係しているのかもしれない。VDT ﾀｽｸ中の θ 波活動は、画面の輝度よりも精神活動ﾚﾍﾞﾙ(興奮あるいは退屈)の方に、より影響される [12]。実際、CWT 時の θ 波活動 α は BL 条件では安静時より有意に大きかった(Table 1)。本結果は、夜間断眠中の精神ﾀｽｸ(Stroop color-word conflict test)時の活動における BL 効果は減衰するということを提案した。

夜間に 4 時間にわたる BL 照射(3000 lux 以上)は、安静時の収縮期血圧を DL 条件(10 lux 以下)より有意に増大させるが、拡張期血圧には BL 効果はない [2]。本研究の安静時血圧は両光条件においてこの報告と一致していた（収縮期血圧のﾃﾞｰﾀは示していない)。さらに、BL 条件における外因性ﾒﾗﾄﾆﾝの投与は、安静時収縮期血圧を BL 照射のみの条件より有意に減少させる [2]。BL 条件の安静時収縮期血圧が高ﾚﾍﾞﾙであったのは、BL 照射によるﾒﾗﾄﾆﾝ抑制に影響されたのかもしれない。

BL 照射は、安静時心拍数の夜間における低下を DL 条件より明らかに遅延させた。短時間(10 分間)の光照射(100 lux および 800 lux)は暗闇条件(0 lux)より心拍数を増加させるが、心拍数のその増加は光強度および概日ﾘｽﾞﾑの位相に依存する [20,21]。特に、強力な光効果は真夜中および早朝に現れる [20]。夜間断眠中の継続的な BL 照射においても同様に、BL 照射効果は安静時心拍数において真夜中から早朝にかけて効果的であり、日内ﾘｽﾞﾑに関係した心拍数の夜間低下を遅らせると提案した。

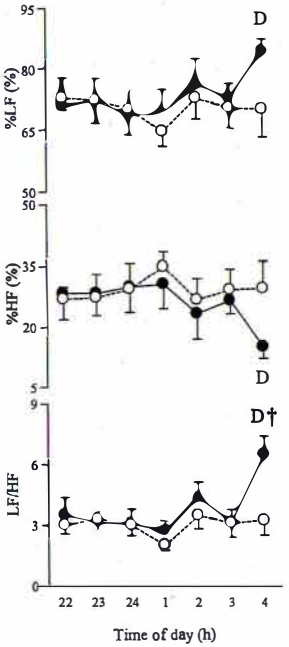

Fig.7 Change in index of heart rate variability (%LF, %HF and LF/HF) during mental task under dim light (DL: solid circles) and bright light (BL: open cercles) conditions. Data are mean±SEM of seven subjects. † P<0.05, compared with DL conditions. [D]P<0.05, compared with 2200 h (baseline) under DL conditions.

本研究では半臥位の姿勢で実験を行い、DL 条件の心拍数は夜間断眠中に有意に低下したが、心臓自律神経活動指標は変化しなかった。同様に臥位で夜間断眠中に、DL 条件(100 lux)の心拍数は低下したが心臓自律神経活動指標は変化しないことが報告されている [25]。一方、DL 条件下で座位の場合、心拍数は夜間断眠中に有意に変化しないものの、心臓交感神経活動は増加し、心臓副交感神経活動は減少する [25]。結果として、夜間断眠中の心拍数および心臓自律神経活動は、光強度と同様に姿勢によっても影響されるのかもしれない。臥位時の心拍数は、30h の断眠中に、βｱﾄﾞﾚﾅﾘﾝ性臓交感神経活動の減少により徐々に低下する [13]。本研究の安静時の心臓自律神経活動指標は、これらの結果と一致しなかった。本研究の場合、夜間断眠中効果よりも夜間断眠中の安静中および精神ﾀｽｸ中の心血管反応を調査するために、実験ﾃﾞｻﾞｲﾝを行った。この方法論的な違いが、DL 条件下で夜間断眠中の心臓自律神経活動の結果の矛盾を説明するのかも知れない。

Table 1. Grand mean values of subjective sleepiness (KSS), theta and alpha activities of electroencephalogram all blood pressure, respiratory rate and heart rate data during resting period (RSTs) and mental tasks (CWTs) throughout nocturnal sleep deprivation under dim light (DL) and bright light (BL) conditions.

	DL condition		BL condition	
	RST	CWT	RST	CWT
KSS	3.98±0.19	4.85±0.18#	3.32±0.16	4.20±0.15#
Theta wave activity (%)	118.73±5.17	120.04±7.78	95.62±6.38	115.35±9.05#
Alpha wave activity (%)	106.43±6.35	107.22±7.27	115.83±3.03	113.59±7.96
Systolic blood pressure (mmHg)	110.23±3.52	117.77±3.38#	113.55±2.79	121.41±4.40#
Diastolic blood pressure (mmHg)	66.79±3.52	72.38±3.71#	64.16±2.57	68.17±3.08#
Mean blood pressure (mmHg)	81.42±3.13	87.78±3.40#	80.62±2.31	85.86±3.04#
Respiratory rate (cycles/min)	15.75±0.70	16.54±0.85	17.52±0.59	18.09±0.63
Heart rate (beats/min)	59.42±2.85	62.73±3.93#	61.33±2.49	62.84±2.48
LF (%)	64.57±5.37	73.92±4.96	67.00±4.54	70.87±4.64
HF (%)	35.18±5.47	26.09±4.97	33.00±4.54	29.13±4.64
LF/HF	2.56±0.45	3.81±0.58	2.60±0.44	3.03±0.47

Data are mean±SEM of eight subjects for KSS, theta and alpha wave activity and respiratory rate, six subjects for blood pressure and seven subjects for heart rate. # P<0.05, compared with RST under identical light conditions.

今回、DL 条件の血圧および心拍数は CWT により増加したが、BL 条件の心拍数の場合、CWT により変化しなかった。Δ 心拍数におけるこの BL 効果は、真夜中から早朝(0100 時から 0400 時)にかけて明らかであった。CWT による心拍数の増加量(Δ 心拍数)は、DL 条件のみにおいて夜間断眠中に徐々に増加した。

夜間断眠中の単純反応時間ﾀｽｸ時に、心拍数は有意に変化しなかったにもかかわらず、心臓交感神経活動は増加し、心臓副交感神経活動は減少する [25]。この報告は、CWT 時の心臓自律神経活動指標の DL 条件の本結果と一致していた。しかしながら、CWT 時の心臓自律神経活動の 4 時における変化は、Hoshikawa and Yamamoto [14] による心臓自律神経活動における CWT 効果では説明できない。注目すべき点として、本結果は夜間断眠中における CWT に対する心臓交感神経活動の増加および心臓副交感神経活動の低下を、BL 照射は早朝において緩和するということである。早朝における短時間(20 分間)の中程度光(100 lux および 800 lux)の照射は、心拍数を増加させ、心臓交感神経活動を増加させる [21]。本研究の心臓自律神経活動における BL 照射効果は、この報告と異なっていた。夜間断眠中における継続的な BL 照射は、眠気や疲労を軽減させる傾向にある [4,6]。本研究の継続的な BL 照射は、BL 照射による心臓交感神経活動の促進よりも、断眠および精神ﾀｽｸの相互作用によって心臓自律神経活動調節を緩和することができた。

まとめとして、夜間断眠中を通した BL 照射(2800 lux)は、安静時の脳波活動と同様に、安静時および精神ﾀｽｸ時の主観的眠気に影響した。脳波活動における BL 効果は精神ﾀｽｸ時には消失した。夜間断眠中における継続的な BL 照射は、精神ﾀｽｸに対する心血管反応を、特に真夜中から早朝にかけて緩和することができた。日勤者の夜間業務中における眠気や心臓機能の悪化を軽減させるために、BL 照射は有効な手段であることが明らかとなった。

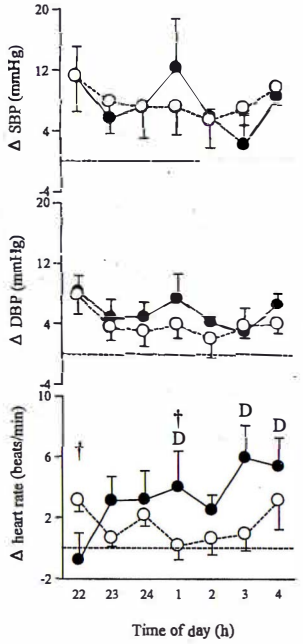

Fig.8 Time cource of change in systolic blood pressure (Δ SBP), diastolic blood pressure (Δ DBP) and heart rate (Δ heart rate) from resting period to mental tasks under dim light (DL: solid circles) and bright light (BL: open cercles) conditions. Data are mean±SEM of six subjects. † P<0.05, compared with DL conditions. [D]P<0.05, compared with 2200 h (baseline) under DL conditions.

参考文献

1. Aeschibach D, Matthews JR, Postolache TT et al. (1999) Am J Physiol 277: R1771-R1779
2. Burgess HJ, Sletten T, Savic N et al. (2001) J Appl Physiol 91: 1214-1222
3. Cajochen C, Brunner DP, Krauchi K et al. (1995) Sleep 18: 890-894
4. Cajochen C, Krauchi K, Danilenko KV et al. (1998) J Sleep Res 7: 145-157
5. Corsi-Cabrera M, Arce C, Ramos J et al. (1996) Sleep 19: 563-569
6. Daurat A, Foret J, Touitou Y et al. (1996) Neurophysiol Clin 26: 8-14
7. Dijik DJ, Duffy JF, Czeisler CA (1992) J Sleep Res 1: 112-117
8. Dumont M, Macchi MM, Carrier J et al. (1999) Neuroreport 10: 403-407
9. Freyschuss U, Hjemdahal P, Juhlin-Dannfelt A et al. (1988) Am J Physiol 255: H1443-H1451
10. Fauvel JP, Bernard N, Laville M et al. (1996) Clin Auto Res 6: 219-224
11. Gillberg M, Kecklund G, Akerstedt T (1994) Sleep 17: 236-241
12. Higuchi S, Motohashi Y, Liu Y et al. (2003) J Appl Physiol 94: 1773-1776
13. Holmes AL, Burgess HJ, Dawson D (2002) J Appl Physiol 92: 2578-2584
14. Hoshikawa Y and Yamamoto Y (1997) Am J Physiol 272: H113-H1121
15. Ishihara K, Saito T, Miyata Y (1982) Am J Physiol 267: R819-R829
17. Krauchi K, Cajochen C, Danilenko KV et al. (1997) Neurosci Lett 232: 57-61
18. Krauchi K, Cajochen C, Werth E et al. (1999) Nature 401: 36-37
19. Leproult R, Van Reeth O, Byrne MM et al. (1997) J Biol Rhythms 12: 245-258
20. Scheer FAJL, Doomen LJP, Buijs RM (1999) J. Biol. Rhythms 14: 202-212
21. Scheer FAJL, Doomen LJP, Buijs RM (2004) Auton Neurosci 110: 44-48
22. Stampi C, Stone P, Michimori A (1995) Work and Stress 9: 368-376
23. Strassman RJ, Qualls CR, Lisansky EJ et al. (1991) J Appl Physiol 71: 2178-2182
24. Torsvall L, Akerstedt T (1987) EEG Clin Neurophysiol 66: 502-511
25. Zhong X, Hilton HJ, Gates GJ et al. (2005) J Appl Physiol 98: 2024-2032

【海外レポート】

New Zealand での海外研修

文化女子大学　服装学部　小柴朋子

私は、幸いにも今年度、文化女子大学海外研修制度に採用いただき、3 月末からニュージーランド南島の南端にある DUNEDIN（ダニーデン）という街の Otago（オタゴ）大学で、半年間海外研修をさせていただいています。英語の習得と研究を兼ねての研修先を考えた時、以前に本学の田村照子教授と共同研究を行うために日本に短期間滞在され、本大学研究室に通っていらした、Otago 大学の Dr. Cheryl Wilson に御相談したところ快諾いただき、その計らいにより Otago 大学での Research Visitor として研修が実現できることになりました。現在、半分ほど滞在期間が過ぎ、まだまだ何もわからないような気もしますが、こちらで感じたいくつかのことを、被服衛生学部会の皆様に、報告させていただきたいと思います。

まず、New Zealand という国についてですが、日本では「羊が人より多い豊かな自然にあふれた国」くらいしか、イメージがわかないかも知れません。歴史の浅い国ですが、見渡す限りの土地を 150 年ほどの間にほぼ全ての丘を牧草地に開拓した欧州からの移民の偉業は驚嘆に値します。日本からの旅行者は 5 番目に多いそうですが、さまざまな魅力にあふれたところです。しかし魅力は自然ばかりでなく、実は NZ は教育水準が高く、社会保障をはじめとした整ったシステムを持つ先進国です。

ここダニーデン市は人口が NZ で 5 番目の 12 万人程度の都市ですが、歴史ある建物や風景を誇る美しい街で、Otago 大学は街の中心部にあり、歴史ある石造りの建物と近代的な建築が対照的に並ぶ、1869 年創立の NZ で一番古い総合大学です。内装の多くが木造ですがよく手入れされていて、古いものを大切にする意識がいたるところに徹底しています。学生数は 2 万人近くで、Business、Health Science、Humanities、Science の分野に分かれ、特に Medicine、Law、Art で有名です。

ここの Clothing and Textile Science 学科は Division of Science に属し、Physical と Social の 2 分野をカバーしており、卒業すると BCApSc(Bachelor of Consumer and Applied Sciences)か、BSc(Bachelor of Science)の学位が与えられます。現在は材料系と被服人間工学系、服装史学などに力点が置かれています。山歩きやサイクリングなどのアクティブが盛んな土地柄からスポーツウェアや作業服に関する研究や、また紫外線やウールなどこの国ならではの関心の高い分野での研究、マオリ族という初期の入植者が衣類に用いた flax（ニュージーランド麻）関する研究など多くの報告が、Professor Rachel Laining 以下わずか 6 名のスタッフでありながら、盛んに行われ発信されています。また、国立大学として、企業や地域からの要請に基づいた開発研究や、各種の青少年向けのツアーや市民公開講座などに、教員の力の多くが注がれています。また、Distance Learning という各種メディアを利用した教育システムに対する教材が整備されていて、NZ 全土で研究成果を共有する方針が徹底しています。

ヨーロッパやアメリカ、あるいはオーストラリアあたりまでが研修先として一般的で、あまりニュージーランドを選ばれる方はいないように思いますが、被服衛生学の分野での研究報告がそれほど知られていないのは、この国が国土は日本の 3/4 なのに、人口が 1/30 しか無いことと関係しています。ニュージーランドには全部で 8 つの国立大学しかありませんが、社会保障制度が充実しているため、学生の学費負担が少なく、少人数教育で、実力のある学生は容易に大学院に進めます。どの大学も大学院はレベルが高く、英語圏であるため、英国やアイルランドなどヨーロッパ系の研究者も多く訪れていて、オーストラリアなどとも盛んに共同研究が行われています。ダニーデンのある南島は、150 年ほど前に金の採掘のため移民した中国系やマレー系の子孫が多く、アフリカや南アフリカや中近東などからも学生は多く留学してきていますから、大学はもちろん街もとてもインターナショナルです。また、ポリネシアン系のマオリ族が人口の 10%くらいを占め、マオリ文化は非常に厚く尊敬されていて、大学にもマオリ学部があります。非常に平等意識の強い国柄で、多子傾向のマオリ族に対しては特に厚く大学での教育費が保障されています。いろいろな人種や国籍の人がいるということは、当然体格もさまざまで、従って明らかに保温力が異なる着衣があちこちで目に付きます。ダウンジャケットの隣にタンクトップの人がいたりして、一概に体格ばかりでなく、着衣習慣の違いが反映されているようです。裸足の習慣の地域出身の人は、手袋はしても裸足です。オゾンホールの加減か大気が清浄なためか極端に日射が強く、冬でも昼は暑いときがあり、女の子はキャミソール男の子は T シャツ 1 枚になっています。下着としてではなく、脱いで 1 枚になれる内着としての薄い衣服が必要で、高品質のメリノウールが多く出回っており、現在、私はそれらの評価を行っています。以前英国領だった NZ は、USA に対して日本とは明らかに違う立場を採っており、すべてが British Standard です。

NZ の教育制度ですが、無償での高校までの教育を終えた後は、ほとんどがアルバイトを経験した後、大学か短大か polytechnic と呼ばれる国立の専門学校に進みます。卒業式は 5 月にあるのですが、入学試験はなく、4 期ある Semester のいつからでも大学生活は始めることができます。だから入学式はないのだそうです。大学は少数教育が徹底しており、10 名以下で授業や実験がみっちりと行なわれ、その都度レポートと試験が課されるので、学生は実に勤勉に勉強しているのが印象に残りました。

最後に NZ の印象ですが、ここダニーデンは世界で最も南にある都市の一つといわれるように、南緯 45℃で冬は冷湿な気候です。どこの家庭も省電力意識が強く、室温を低く保っていますが、暮らしてみると実際に温度感覚が Kiwi（NZ 人）は日本人より 2℃ほど低いといわれていることを実感します。Kiwi は特にデザイン性を重視し、質の高いハイセンスなものを大切に使うというスタンスが住生活などに徹底していて、Quality of life を第一にする生活態度が印象に残りました。どんな集会でも実に静かな聴衆や、例外なく綺麗な公衆 Toilet を見て、NZ の Honesty で Reliable な国民性が大学での教育研究状況にも反映されているように思います。日本と歴史の厚みは異なるものの、シャイで勤勉な国民性や木材など豊かな自然に恵まれた国柄は、日本と共通しています。それにしても英語で発信されるものが少ないためか、日本からの研究内容があまりにも知られていないことには、驚くとともに残念です。日本製品がこれだけ普及しているのに、研究上の交流はけっして多くはありません。NZ 政府は研究に重点をおいていて、今後も共同研究は可能で、また必要だと感じているところです。

【海外レポート】

吉林工程技術師範学院（中国吉林省）への訪問

福岡教育大学　長山芳子

中国からの大学院留学生が当研究室に所属しており、日本の商業クリーニングについて研究に励んでいる。院生と話しをする過程で、訪中することにした。被服衛生学とは接点が少ないが、6 月下旬に大学訪問した様子を紹介させていただきます。

左から大学院生、筆者、呂波芸術学部長

当初の訪中目的は、日常生活を見たりクリーニング関連資料を収集したりするためであった。準備過程で、院生の出身である吉林工程技術師範学院の施設や授業を見学させて頂くことになり、さらに筆者が同大学で講演することに発展した。その大学は、中国東北部に位置する吉林省長春市（州都・人口 718 万人）に所在する。芸術学部、情報工学部、経営学部、機械電子工学部、生物・食品学部があり、教員数 260 人・学生数 6000 人、うち芸術学部在学生は約 1000 人の規模である。

ここで私の戸惑いを紹介しよう。まずは訪問の連絡方法である。訪問先の呂波芸術学部長は院生の恩師ということもあり、院生が全て仲介をしてくれた。これは有り難いことなのだが、こちらから訪問依頼文書を出していないし、先方から講演依頼文書もない。講演題目や私の連絡先などを記載した画像ファイルを院生にメールし、翻訳した文章を添えて呂波先生に送るように頼んでいたが、直接連絡をとりあっていないことに不安を憶えた。訪中 2 日前に呂波先生宛に訪問日時を確認する国際 FAX を送信して、初めて訪問と講演を歓迎する旨の FAX（中国語）を直接受信したのである。

（芸術学部展示室）

次に講演対象者についての情報不足である。講演テーマは筆者に任されていたので、中等職業技術教育が特色の大学であることや、アパレル関連科目は多いが被服管理学や環境教育科目は無いらしいことから、生活者の視点に立った被服教育を提案することにした（題名は後述）。訪問初日の午前中、見学させていただいた展示室には、学生の各種受賞作品や教員の参考作品など、多くの服装デザインパネルと製作品が並んでいた。さらに、空間デザイン、パッケージデザイン、ポスターなど広範囲の作品も展示されていた。芸術学部には建築物・居住空間デザイン、商業デザインなどの専攻もあることを事前に確認すべきであった。

講演題目は「生活者の視点に立った被服教育の提案―日本における教員養成の立場から―」、約60分の内容構成は、Ⅰ．緒言と自己紹介　Ⅱ．被服教育の位置づけ：１．学校教育・家庭教育・社会教育、２．衣生活の知識と技術と感性の統合、３．何故、被服を着用するの？　４．何故、洗濯するの？　Ⅲ．今後の被服教育への提案：１．生活から見つめ直す環境保全（改善・維持・向上）、２．被服教材開発、３．情報の収集・提供方法の検討として、図と漢字多用のパワーポイントを準備していた。

昼食会後まもなく講演会である。学生は講演30分前から入場し始め、300人近くになっていた。

受講者は服飾デザイン専攻とは限らないというは推測できたが、彼らは産業にかかわる可能性が高いし、消費者という一面ももつ。いずれの立場においても、人体の健康や安全、そして環境に配慮したいという提案(Fig.1、講演スライドに加筆)に重点をおいて話すことにした。

Fig.1　被服の安全性と環境への配慮

まとめでは、人体や環境に安全な物を使用すること、そして生活から見つめ直す環境保全として、ひとりひとりが生活者の視点から環境配慮型・循環型生活への改善・維持・向上の努力が必要であると提案した。これは被服教育だけで他分野にも共通すると話したが、意図が伝わったであろうか。

筆者に次いで院生が「日本福岡県での留学について」約30分間話して、講演会は終了した。

芸術学部の先生方との交流では、日本の家庭科教科書や福教大大学院の紹介、色彩について筆談まじりの懇談をした。翌日は吉林工程技術師範学院の提携工場を見学させていただいた。長春市内から約１時間の郊外にある制服工場で、日本製の機械を一部導入して警察や裁判所の制服を縫製していた。部署や季節ごとにディスプレイされたマネキンも整然と並んでいた。スーツやネクタイなど自社ブランドも展開していくらしい。

出張に関して、充電器が100～240Vに対応したノートパソコンとデジカメは、変圧器なしで使うことができた。コピー・ＦＡＸ・プリントアウトサービスを扱うビジネスセンター、インターネット設備があるホテルも便利であった。空港関連では、ターミナルの節電が徹底しているように感じた。乗り換え時の長時間待ちでは荷物預かりを兼ねて大連空港内ホテルを借用したがドアの鍵が壊れたり、長春空港では出発予定時間より４時間以上待たされて弁当が提供されたりという経験もした。

日程は本務との兼ね合いで６日に短縮せざるを得なかったが、充実した出張であった。呂波芸術学部長はじめ吉林工程技術師範学院の先生方、そして院生と彼の友人方には大変お世話になりました。この場をかりてお礼を申し上げます。

【大学院生の声】

学びの門

文化女子大学大学院　生活環境研究科被服環境学専攻博士後期課程
被服衛生学研究室　山田　巧

「服はね、ただポンとあるわけではなくて、必ず人間が着用するもので…」。2003年１月、衣服について勉強したいといった私に対して、田村先生が被服衛生学について説明してくださった時の事である。ニコニコしながら楽しそうに話す先生とは対照的に、私は初めて聞く衣服を取巻く現象の複雑さに衝撃を受けていた。しかし、遊んでばかりの学生時代を送ったそれまでの自分にとって、学問に対してそれほど楽しみや魅力を感じることは未知の経験だった。他大学で経済学部に身を置き、衛生学は勿論、衣服に関しても全く無知であった私は、こうして無謀にも、全く違うジャンルへ進学することを決めたのだった。

衣服を仕事の対象として考え始めたのは大学時代の就職活動のときである。当時は海外ラグジュアリーブランドブームで海外からのブランドが都内の要所を占め、一方国内アパレル産業は低価格路線を走り、生産拠点を国内からより低コストとなる海外へシフトする、「産業の空洞化」が著しいときであった。ファッション大国などと謳われているそんな国内産業の流れに矛盾を感じながらも、衣服そのもの知識がなかった私は次第に、「どうやったら…」のような How よりも前に、「なんだ？」という根本的な What から知る必要があると思い始めたのだ。また、布や衣服は日々必ず消費されるものであったり、ブランドに化けたりと、その価値に多くの「トリック」が生まれる商品である。そうした商品について好奇心を抱いたのがきっかけであった。

そこで就職するよりも先に、衣服について一から学んでみたいと思い、独学を考えていた中で出会ったのが被服衛生学であった。始めは女子大学という環境の変化や、予備知識すらない、徒手空拳で臨む怖さがあったが、昔お世話になった方の「本当に強い人材ってのはね、ただある特定の環境だけでものすごい力を発揮する人じゃなくて、どんな環境下でも力を発揮できる人なんだよ。」という言葉を思い出し、自らに檄をとばし、修士２年間を乗り切ることができた。全く違う環境へ飛び込み、大学院生活を送ることで知識のみならず、人間力のようなものも鍛えられている気がする。未経験の環境に適応してゆく力も又、自分の大きな財産になりそうである。

現在、博士後期課程２年に在籍しているが、学会での発表や研究の推進など、充実した生活を送る事ができるのも指導教授田村照子先生、研究室の諸先生方、そして学部から修士・博士課程を含む仲間のお陰だと、改めて感謝している。今後は、自分の研究活動が、微力ながらも国内の産業活性化に、そして長い伝統の中で培われてきた日本の衣文化の発展に貢献できるよう、頑張ってゆきたい。