

閉鎖環境における心理・生理ストレス

嶋宮民安、北間敏弘（山梨大・総合分析実験センター）、長田誠（山梨大・臨床検査医学）、相部洋一、小松原修、野副晋（環境科学技術研究所）、篠原正典（帝京科学大）、碓氷章（文京学院大）、寺田信幸（東洋大）、毛利元彦（日本海洋事業）

Psycho-physiological stress assessment in closed habitation

Tamiyasu Shimamiya¹, Toshihiro Kitama¹, Makoto Osada², Yoichi Aibe³, Osamu Komatsubara³, Susumu Nozoe³, Masanori Shinohara⁴, Akira Usui⁵, Nobuyuki Terada⁶, Motohiko Mohri⁷

Center for life science research¹ and Department of clinical laboratory², University of Yamanashi, Institute for Environmental Sciences³, Teikyo University of science and technology⁴, Toyo University⁵, Bunkyo Gakuin University⁶, Nippon Marine Enterprises, Ltd⁷.

Corresponding to Tamiyasu Shimamiya

University of Yamanashi, 1110 Shimokato, Chuo, Yamanashi, 409-3898
tamiyasu@yamanashi.ac.jp

Abstract: Living in space must entail life in a cramped confined space, as well as monotonous sounds, smells, food and scenery. There are still few studies on human health in long-term closed habitation. We have investigated changes in the psycho-physiological status of humans in a series of closed habitations with re-circulated air, water and waste products. In this report, we describe a closed habitation experiment conducted at the Institute for Environmental Sciences and the outcomes obtained through discussion in our working group.

Key words: closed habitation, psycho-physiological stress

はじめに

ヒトが宇宙で生活するには、水や酸素を供給する生命維持システムが必須であり、閉鎖環境が伴う。単調な音、におい、食べ物、景色など、刺激が減少した環境における長期滞在の影響を研究した例は少ない。我々は閉鎖環境での心理変化および、それに伴う生理変化に着目してきた。ここでは環境科学技術研究所にて行われた閉鎖居住実験の概要と WG 活動を通して得られた知見を紹介する。

閉鎖居住実験

環境科学技術研究所は、大気中に放出された¹⁴C の生態系移行を予測するため、閉鎖型生態系実験施設 Closed Ecology Experiment Facilities、以下 CEEF を用い、安定同位体¹³C によるトレーサー実験を行っている。CEEF は食料、水、酸素など、エネルギー以外のすべてを施設内で循環、再利用する生態系シミュレーターであり¹⁾、施設運用の技術と経験は、将来の宇宙や海洋、極地での活

動にも応用できる。同所はこれまでに CEEF 居住要員として 4 名のエコノートを採用している。実験は 2004 年に開放状態で行う 1 週間の予備実験にはじまり、2005 年に 1 週間の空気循環閉鎖、2006 年に 2 週間の空気・水循環閉鎖、そして 2007 年には 4 週間の空気・水・廃棄物循環閉鎖が行われた。閉鎖期間中、CEEF 内に 2 名のエコノートが滞在し、CEEF 内で栽培された食物を調理し、植物から供給された酸素を消費して生活した。内部でのメール、インターネット、テレビ視聴は自由であり、いくつかの私物の持ち込みも許可された。1 週間のうちの 2 日間は休日に当てられ、施設維持など最低限の仕事のみ行われた。

心理・生理調査

各閉鎖中およびその前後に、エコノートより血液、唾液、尿を採取し、血清生化学、白血球比、コルチゾール、カテコールアミンなどの変動を調査し²⁾。また、2006 年より、小型ホルター心電計（フクダ電子 FM-180）を用い、心拍変動の解析

を行った。主観的な心理変動の解析には、フェイススケール、Visual Analogue Scale (VAS) など、直感的で迅速に行えるものを選択した。その結果、VAS については、イライラしている-リラックスしている等の項目に最も大きな変動が見られた。2005年、2006年は各エコノートが1週間の閉鎖居住を繰り返したが、閉鎖前後にストレスが見られ、むしろ閉鎖中はリラックスする傾向が見られた。アドレナリン、コルチゾールも、閉鎖前後に上昇があり、閉鎖中は低下した。また、変化は回数を重ねるごとに有意でなくなり、慣れが生じたものと考えられる。これらの結果から、健康管理に重要な時期は閉鎖前後のような環境変化の期間であると考えられた。2007年は最長で4週間の閉鎖居住を行ったが、結果については現在解析中である。

インタビュー

実験後、エコノートにインタビューを行い、閉鎖居住の感想を聴取した。2006年までの1週間の実験では、前後の方が準備などで慌ただしく、むしろ閉鎖中の方が落ち着くという回答であった。この点では上記の心理生理データと一致すると言ってよいであろう。2007年の2週間および4週間の実験についても、エコノートは閉鎖居住を楽しんでおり、心身ともに大きな問題は生じなかった。ここではおもに五感に関する話が強調された。CEEF内は騒音があり単調音であることから、外界に出た後しばらくの間、様々な種類の音に対して敏感になる、また、においに関しても同様の感覚があったという。あるエコノートは、閉鎖居住後の晩は静かすぎて眠れなかったと述べている。一方、4週間の実験では外でエコノートを支援する側にも、実験が日常化することで、慣れ、などの意識変化が生じていた。今後、日本人の宇宙滞在が長期化した場合、日常化への対策も必要になるかもしれない。これらの回答は実験終了後にエコノートから得られたものの一部である。

おわりに

国内外において、南極越冬などの考察を含め、宇宙長期滞在を念頭にした閉鎖実験は様々な形式で行われているが、実験例数は依然少ない³⁾。

被験者として長期間拘束するボランティアの募集、24時間体制の管理など、多大な労力と費用が費やされることが一因である。今回の実験は、研究対象が日本人であること、短期間から長期間まで、段階的に期間を延ばしながら閉鎖施設に滞在することが特徴である。また、研究に対する動機付けや興味は、閉鎖期間を満了するため大きな要因である。エコノートは一時的なボランティアではなく、居住のための選抜を経ており、明確なモチベーションと役割を担っている。さらに、閉鎖中、施設のトラブルなどにも対処するなど、実際の宇宙滞在に類似する点が多く、貴重な生体情報を得られたと考える。

今後、日本人の宇宙滞在が日常化するにあたり、宇宙における閉鎖環境の出来事、データを蓄積し、それらを逆に、南極滞在、船舶乗務など、閉鎖・隔離環境を伴う労働環境に対し、技術、対処策としてフィードバックするという視点での宇宙利用があると考えている。

謝辞

財)環境科学技術研究所にて行われた実験は、青森県からの委託事業として得られた成果の一部である。また、会合旅費については財)日本宇宙フォーラムより助成を受けた。この場を借りて感謝申し上げる。

文献

- 1) Tako Y, Honda G, Komatsubara O, Shinohara M, Arai R, Nitta K. (2003) Matching of Gas Metabolism among Crop Community, Human and Animal in the CEEF. Soc. Automotive. Eng. Tech.Paper: 2003-01-2452
- 2) Shimamiya T, Kitama T, Osada M, Ozaki Y, Aibe Y, Komatsubara O, Nozoe S, Shinohara M, Akira Usui, Terada N, Mohri M. (2007) Physiological monitoring of crew during repeated 7-day habitation in an advanced life support system. Soc. Automotive. Eng. Tech. Paper: 2007-01-3230
- 3) Schmitt DA, Schaffar L. European isolation and confinement study. Confinement and immune function. Adv Space Biol Med 3(1993) 229-235