

地域在住高齢者のオーラルフレイルと栄養および認知機能との関連

藤原 和美 (関西国際大学 保健医療学部, k-fujiwara@kuins.ac.jp)

岩原 昭彦 (京都女子大学 発達教育学部, iwahara@kyoto-wu.ac.jp)

八田 武俊 (京都女子大学 発達教育学部, hatta@kyoto-wu.ac.jp)

八田 純子 (愛知学院大学 心身科学部, hatta105@dpc.agu.ac.jp)

加藤 公子 (愛知淑徳大学 心理学部, kimi@asu.aasa.ac.jp)

成澤 明 (東邦大学 看護学部, akira.narusawa@med.toho-u.ac.jp)

八田 武志 (名古屋大学, hatta@tamateyama.ac.jp)

Relation between oral frailty, nutrition and cognitive factors in community-dwelling elderly

Kazumi Fujiwara (Department of Nursing, Kansai University of International Studies, Japan)

Akihiko Iwahara (Department of Education, Kyoto Women's University, Japan)

Taketoshi Hatta (Department of Education, Kyoto Women's University, Japan)

Junko Hatta (Graduate School of Psychology and Physical Sciences, Aichigakuin University, Japan)

Kimiko Kato (Faculty of Psychology, Aichi Syukutoku University, Japan)

Akira Narusawa (Faculty of Nursing, Toho University, Japan)

Takeshi Hatta (Nagoya University, Japan)

Abstract

The purpose of this research was to clarify the relation between oral frailty, nutrition and cognitive factors in community-dwelling elderly persons ($N=184$, male = 74, female = 110). Oral frailty (oral frailty screening questionnaire), a chewing questionnaire and swallowing screening (EAT) were *t*-tested for food diversity, nutritional status, MMSE, and attention-execution cognitive function tests (Stroop, D-CAT tests), which are associated with nutritional decline. Regarding chewing, those persons who answered "Yes" to the question "Is chewing squid the same hardness as *takuan* (pickled radish)?" were significantly higher in the D-CAT test, and their tongue pressure was also higher ($p = .036$, $p = .022$). In addition, those who answered "Yes" to "Can you chew something as hard as a carrot?" were significantly less likely to have swallowing screening (EAT) and had a lower risk of swallowing function ($p = .043$). Tongue pressure related to chewing and swallowing functions was significantly correlated with age, BMI, and grip strength ($r = -.278$, $r = .279$, $r = .292$). Those with less difficulty in swallowing function had significantly better results in the D-CAT test ($r = -.240$). Grip strength, tongue pressure, serum albumin, and serum hemoglobin were significantly higher in those with a BMI of 21.0 or higher ($p = .021$, $p = .001$, $p = .023$, $p = .025$). Therefore, the tongue pressure value was suggested as an index for chewing and swallowing and as an indicator of early malnutrition prevention.

Key words

oral frailty, nutrition, cognitive factors, tongue pressure, chewing

1. 緒言

現在、要介護状態に至る原因として脳卒中、認知症、骨折に加えてフレイルが関与するとされる。Fried et al. (2001) はフレイルを「高齢期にさまざまな要因が関与して生じ、身体が多領域にわたる生理的予備力の低下によってストレスに対する脆弱性が増大し、ADL 障害や施設入所、死亡など、重篤な健康問題を起こしやすい状態」と定義している。サルコペニア（筋肉脆弱）などの身体的フレイルが活動量の低下や食事摂取量の低下につながり、そこに閉じこもりや経済などの社会的要因や認知機能障害、うつなどの心理的要因が関わり、フレイルへの負の連鎖が生じるとされる。軽度認知障害と身体的フレイルは互いに影響し、かつ可逆性があることから、両者

の合併状態が注目されており、その状態がコグニティブフレイルである。Shimada et al. (2018) の研究によりコグニティブフレイルは要介護および認知症発生のハイリスク状態であることが示唆されたが、その要因については明らかになっていない。

一方で、身体的フレイルの大きな要因として低栄養状態があげられる。高齢者のエネルギー源とタンパク質摂取不足は四肢体幹の筋量減少を引き起こしサルコペニアの進行につながり、寝たきり、呼吸障害などのリスクや疾患を繰り返すことでフレイル状態を悪化させる可能性があることが示唆されている (Cederholm, 2018)。また、高齢期における低栄養は認知機能低下とも関連することが示唆された (Ogawa, 2014)。

これら高齢者の栄養には口腔機能が大きく関与している。特に歯数の減少、咀嚼力や舌圧の低下、滑舌に代表される口腔巧緻性の低下に加え、食べこぼし、むせ、かめない食品が増えるなどの主観的要素の重複が新規サル

コペニア（筋肉脆弱）発症や要介護認定、総死亡リスクに有意に関連していたとの結果（飯島他, 2012）から、平成 26 年に口腔機能の低下を表すオーラルフレイルについて定義された。オーラルフレイルとは、歯の喪失や食べることに、話すことに代表されるさまざまな機能の『軽微な衰え』が重複し、口の機能低下の危険性が増加しているが、改善も可能な状態であるとされた。このようなオーラルフレイルの概念で注目されたのが、加齢に伴い増加する「かみにくい」「飲み込みにくい」などの「口のささいなトラブル」から摂取できない食品が増加することがひいては低栄養にもつながるとの内容であった。オーラルフレイルの 5 つのチェック項目のうち咀嚼困難感、嚥下困難感に関係しているものに舌の機能がある。「かみにくい」「飲み込みにくい」などの摂食嚥下において、舌は口腔内で食塊形成を行い、咽頭へ送り込むなど重要な役割を担っている。近年、舌圧が舌運動機能や摂食嚥下機能に関係する一要因として注目されている。加齢や疾病によって舌機能の低下が生じると食塊の形成不全が生じ、咽頭への送り込みに悪影響を及ぼし摂取できる食品の種類や量が限定され、低栄養につながる要因ともされる（青木・太田, 2014）。このような中高年期から出現する主観的要素を含む口腔のささやかなトラブルへの気づきと早期予防の重要性が示唆されている（日本歯科医師会, 2019）。しかし、年齢的な変化を伴う記憶、注意・実行などの高次脳機能と身体的フレイルの合併状態であるコグニティブフレイルと口腔機能との関連について中壮年期を視野に入れた検証は十分になされていない。

本研究の目的はオーラルフレイルと食品摂取内容・頻度およびフレイル状態に大きく影響するとされる認知機能との関連を明らかにすることにある。

口腔機能に関する調査として咀嚼、嚥下機能との関連が強いとされる舌圧を測定する。舌圧は測定器を使用することで、高齢者においても簡易かつ定量的に測定することができる。また、嚥下機能に関する質問（EAT-10）、残歯数、義歯、咬合力などについては質問紙調査により明らかにする。

2. 研究方法

2.1 対象者

本研究で検討する対象者は 2023 年 8 月に実施された A 町住民健康診断受診者である。住民健康診断受診者 407 名中、①口腔機能に関する検査、②食品摂取状況調査、③認知機能検査のいずれかの項目への参加拒否、および調査票の記入不備を除く 184 名を分析対象とした。

2.2 調査内容

2.2.1 口腔機能に関する調査

①測定内容；舌圧測定（JMS 舌圧測定器）

舌圧を評価するために、使い捨て経口プローブの空気膨張バルーン部分を口蓋の前部に置き、舌を使用してバルーンを口蓋に 7 秒間押し付けつる方法で舌圧を測定した。参加者は、バルーンを 2 回圧縮し、記録され

た平均最大圧力を舌圧値として使用した。

②質問紙調査；嚥下機能に関する質問調査（EAT-10）、残歯数、義歯、咬合力

2.2.2 食品摂取状況に関する調査

質問紙調査；1 週間当たりの摂取食品名、摂取頻度。食品摂取状況については、食品摂取の多様性得点（熊谷他, 2003）を用いて 10 食品群について 1 週間の摂取頻度を把握した。各食品群について「ほぼ毎日食べる」に 1 点、それ以外は 0 点として合計点を求めた。

2.2.3 栄養状態

①BMI（Body Mass Index）

②血清アルブミン（mg/dl）

2.2.4 フレイル状態

①日本版フレイル基準（J-CHS）に関する質問調査

- ・ 6 か月間で 3 kg 以上の意図しない体重減少の有無
- ・ ここ 2 週間のわけもない疲労感の有無
- ・ 軽い運動（活動）、定期的な運動・スポーツについての頻度

②握力

- ・ 左右の握力を測定し最高値をとった。

2.2.5 認知機能検査

住民健診において認知機能を測定するために開発した名古屋大学神経心理学検査（NU-CAB）の検査項目から下記の項目を分析に用いた（八田, 2004）。この検査の信頼性、妥当性についての検討はなされている（八田, 2004；八田・永原・岩原・伊藤, 2007；Hatta et al., 2008；Hatta et al., 2009）。検討した課題は MMSE 検査、D-CAT 検査、Stroop 検査である。以下に詳細を記述する。

(1) MMSE 検査（Mini Mental State Examination）は認知機能の指標として測定した。(2) 情報処理速度および注意機能と実行系機能検査として D-CAT 検査 D（八田・伊藤・吉崎, 2006）を用いた。この検査は、できるだけ早く正確に、ランダム整列数字（50 × 12）から指定された数字を探し、その数字を斜線で抹消するように対象者に求めるものである。1 数字を検索し抹消する 1 文字抹消条件を分析対象とした。(3) 注意機能と実行系認知機能検査として Stroop 検査を用いた。この検査は A4 サイズの用紙に 5 行 × 8 列の直径 2.5 cm の円を配置した色パッチ図版と文字（ゴシック体 36 ポイント）が配置された文字図版から構成されている。各図版とも赤・青・黄・緑の 4 色がランダムに配置されている。Stroop の図版の印刷色は色名表記の文字表現とは一致しない。対象者は、各図版ともできるだけ早く正確に印刷色名を呼称することが求められた。分析には反応時間を用いた。

2.3 分析方法

本研究は認知機能低下予防への基礎資料を得ることを目的としていることから、認知機能検査である MMSE に

において認知症が疑われる検査値 23 以下については解析対象外とした。

① 口腔機能に関する検査と食品摂取状況との関連

オーラルフレイル（オーラルフレイルスクリーニング問診票）咀嚼に関する問診、嚥下スクリーニング（EAT）残歯数と栄養状態との相関を検証した。また、咀嚼の状態では「肉類がかみにくい」「さきいか・たくあん程度がかめる」「生のニンジン程度がかめる」の問いに対して「はい」「いいえ」の 2 群で認知機能、栄養状態について *t* 検定にて検証した。

② 認知機能とオーラルフレイルとの相関を検証。

舌圧、嚥下スクリーニング（EAT）および認知機能、栄養状態との相関について Pearson 相関係数で検証した。解析には SPSS 29.0（BMI 社製）を使用し、有意水準は 5% 以下に設定した。

2.4 倫理的配慮

対象者はすべての検査に自主的に参加し、データは ID 化して個人を特定できないこと、住民の健康づくりの基礎資料として測定結果を集計分析することを書面で参加者に説明し理解が得られたものを分析対象としている。なお、本研究は、東邦大学看護学部倫理委員会（承認番号 2023006）の承認を得た。

3. 研究結果

口腔機能、栄養状態、および認知機能との関連性について 184 名を対象に分析を行った。男性 74 名、平均年齢 65.99 (*SD* = 9.75)、女性 110 名、平均年齢 63.84 (*SD* = 11.00) であった。オーラルフレイル（オーラルフレイルスクリーニング問診票）咀嚼に関する問診および嚥下ス

クリーニング（EAT）が栄養低下と関連するとされる食品多様性、栄養状態および MMSE、注意・実行系認知機能検査（Stroop、D-CAT 検査）について *t* 検定を行った（表 1）。結果、残歯数 20 本以上と未満の 2 群および義歯の有無では注意機能と実行系機能検査である D-CAT 検査、および Stroop 検査において 20 本以上残歯数がある方が、また義歯なしの方が有意に高い結果となった ($p < .001, p = .006$) ($p < .001, p < .000$)。咀嚼の状態では「さきいか・たくあん程度の固さがかめる」に「はい」と答えた方が D-CAT 検査で有意に高く、舌圧も高い結果であった ($p = .036, p = .022$)。さらに「生のニンジン程度の固さがかめる」に「はい」と答えた方が Stroop 検査で有意に高い結果であった ($p = .031$)。

舌圧、嚥下スクリーニング（EAT）および認知機能、栄養状態との相関について Pearson 相関係数で検証した（表 2）。結果、咀嚼、嚥下機能に関わる舌圧は年齢、BMI および握力と有意な相関を示した ($r = -.278, r = .279, r = .292$)。EAT との関連では D-CAT 検査と有意な関連があり、嚥下機能において困難が少ない方が D-CAT 検査が有意に良好な結果であった ($r = -.240$)。舌圧と嚥下スクリーニング（EAT）と栄養状態との関連は認めなかった。

また、低栄養の定義として BMI21.0 未満、血清アルブミン 4.0 未満との定義に関する根拠が示されている (Nagai et al., 2010; 矢野他, 2020)。BMI21.0 以上と未満、血清アルブミン 4.0 以上と未満群で栄養に関する要因について検証を行った。本調査では BMI21.0 以上は 137 名、年齢 64.53 (*SD*: 10.67) 歳、BMI21.0 未満が 47 名、年齢 65.21 (*SD*: 10.25) 歳であった。握力、舌圧および血清アルブミンで BMI21.0 以上の方が有意に高い結果であった ($p = .021, p = .001, p = .023, p = .025$)。血清アルブミン 4.0 以上と未満群の比較では年齢とのみ有意な差を認めた ($p = .033$)。

表 1：かめる程度の 2 群比較 (*SD*)

	肉類がかみにくい			さきいか・たくあん 程度かめる			生のニンジン 程度かめる		
	はい (37)	いいえ (147)	<i>p</i> 値	はい (173)	いいえ (11)	<i>p</i> 値	はい (158)	いいえ (26)	<i>p</i> 値
	Mean (<i>SD</i>)	Mean (<i>SD</i>)		Mean (<i>SD</i>)	Mean (<i>SD</i>)		Mean (<i>SD</i>)	Mean (<i>SD</i>)	
D-CAT	265.0 (58.2)	294.1 (69.4)	0.020*	291.0 (66.8)	246.6 (78.2)	0.036*	290.6 (67.6)	274.6 (71.3)	0.271
Stroop	10.2 (2.2)	10.9 (1.8)	0.064	10.9 (1.7)	9.0 (3.3)	0.088	10.9 (1.7)	10.0 (2.4)	0.031*
食品多様性	3.23 (2.0)	3.7 (2.5)	0.284	3.6 (2.4)	4.3 (2.7)	0.371	3.68 (2.4)	3.4 (2.1)	0.607
BMI	23.3 (3.2)	23.7 (3.5)	0.526	23.7 (3.4)	22.6 (3.4)	0.302	23.6 (3.4)	23.9 (3.6)	0.672
握力	30.1 (7.5)	31.0 (8.0)	0.519	30.9 (7.8)	29.8 (8.9)	0.650	30.9 (7.8)	30.4 (8.5)	0.778
EAT	1.6 (3.3)	1.3 (2.8)	0.599	1.3 (2.7)	2.5 (4.7)	0.213	1.2 (2.7)	2.5 (3.8)	0.123
血清アルブミン	4.3 (0.2)	4.2 (0.2)	0.382	4.2 (0.2)	4.1 (0.1)	0.172	4.2 (0.2)	4.2 (0.2)	0.313
舌圧	34.7 (7.3)	35.6 (9.3)	0.601	35.8 (8.9)	29.4 (8.0)	0.022*	35.6 (8.8)	34.3 (9.6)	0.519

注：*** $p < .001$ 、** $p < .01$ 、* $p < .05$ 。

表 2：オーラルフレイル関連要因の相関

	年齢	D-CAT	stroop	食品 多様性	BMI	握力	EAT 嚥下 スクリー ニング	アルブミン	舌圧
年齢	—								
D-CAT	-.377**	—							
stroop	.338**	-.569**	—						
食品多様性	.205**	.030	-.078	—					
BMI	-.035	-.055	.047	-.145*	—				
握力	-.191**	.011	.008	-.268**	.260**	—			
EAT 嚥下 スクリーニング	.098	-.160*	.158*	-.102	.015	-.029	—		
アルブミン	-.147*	.009	-.044	-.134	.100	.118	-.027	—	
舌圧	-.278**	.121	-.183*	-.083	.279**	.292**	-.129	.093	—

注：*** $p < .001$ 、** $p < .01$ 、* $p < .05$ 。

4. 考察

Kugimiya et al. (2019) は地域在住高齢者において咬合力、舌唇運動機能、舌圧、咀嚼機能および嚥下機能の低下が身体機能のサルコペニアと有意に関連していたことを明らかにしているが、本結果においては、20 本以上残歯数がある方で注意機能と実行系機能検査である D-CAT 検査、および Stroop 検査などの認知機能が低い結果であった。これらは横断的ではあるが、西村他 (2011) の残歯 20 本以上の男性において 1 年後の MCI オッズ比が低値であったとの結果を支持するものであり、高次脳機能との関連が示唆された。

口腔機能の変化を日常の生活で自覚できる場面として咀嚼できる食材についての質問を行った結果、「さきいか・たくあん」「生のにんじん」などの固さに対して「噛めない」と回答した群で舌圧低下や嚥下スクリーニング (EAT) において高い値を示しており、日常の食生活においてこの程度の固さを噛めない状況で咀嚼、嚥下の低下が認められる状態であると考えられる。また、このような咀嚼、嚥下の状況が食品多様性の低下を示すと結果は得られなかったが、摂取量の低下からくる低栄養の指標である BMI は握力とともに舌圧と関連するなど筋力への影響が示唆された。

さらに BMI 21 未満、以上の比較でも舌圧、握力の差を認め、血清データで低栄養の指標となる血清アルブミン、血清ヘモグロビンでも有意な差が示された。よって、低栄養を早期に予防する指標として噛める固さの食材とともに舌圧値は咀嚼、嚥下の指標となることが示唆された。

一方、認知機能検査のうち、注意・実行系認知機能検査である D-CAT 検査は年齢および嚥下スクリーニング (EAT) と負の相関を示したが関連要因については特定できない状況であり、今後、社会活動などほかの要因を含め検証していく必要がある。

謝辞

本研究は科学研究費補助金（基盤 C：代表 藤原和美）

による研究の一部である。資料収集の機会を得るにあたって、この調査の機会を与えてくださいました北海道八雲町保健福祉課の皆様へ深く感謝いたします。そして、なにより貴重な資料を提供して頂きました住民の皆様へ感謝いたします。

引用文献

- 青木佑介・太田喜久夫 (2014). 嚥下障害者における舌圧と摂食嚥下機能の関連. 日本摂食嚥下リハビリテーション学会誌, 18 (3), 239-248.
- Cederholm, T., Jensen, G. L., Correia, M. I. T. D., Gonzalez, M. C., Fukushima, R., Higashiguchi, T., Baptista, G., Barazzoni, R., Blaauw, R., Coats, A., Crivelli, A., Evans, D. C., Gramlich, L., Fuchs-Tarlovsky, V., Keller, H., Llido, L., Malone, A., Mogensen, K. M., Morley, J. E., Muscaritoli, M., Nyulasi, I., Pirlich, M., Pisprasert, V., de van der Schueren, M. A. E., Siltharm, S., Singer, P., Tappenden, K., Velasco, N., Waitzberg, D., Yamwong, P., Yu, J., Van Gossom, A., Compher, C., GLIM Core Leadership Committee, & GLIM Working Group (2018). GLIM criteria for the diagnosis of malnutrition: A consensus report from the global clinical nutrition community. *Clinical Nutrition*, 38 (1), 1-9.
- Friedman, S. M., Munoz, B., West, S. K., Rubin, G. S., & Fried, L. P. (2002). Falls and fear of falling: Which comes first? A Longitudinal prediction model suggests strategies for primary and secondary prevention. *Journal of American Geriatric Society*, 50, 1329-1335.
- Fried, L. P., Tangen, C. M., Walston, J., Newman, A. B., Hirsch, C., Gottdiener, J., Seeman, T., Tracy, R., Kop, W. J., Burke, G., & McBurnie, M. A. (2001). Frailty in older adults: Evidence for a phenotype. *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 56 (3), 146-156.
- 八田武志 (2004). 住民健診を対象とした認知機能検査バッテリー (NU-CAB) 作成の試み. 人間環境学研究, 2, 15-20.

- 八田武志・伊藤保弘・吉崎一人 (2006). D-CAT (注意機能スクリーニング検査) 使用手引 改訂版. ユニオンプレス.
- 八田武志・永原直子・岩原昭彦・伊藤恵美 (2007). 中年を対象とする単語記憶と散文記憶の基準値について. 人間環境学研究, 3, 7-12.
- Hatta, T., Kanari, A., Mase, M., Kabasawa, H., Ogawa, T., Shirataki, T., Hibino, S., Iida, A., Nagano, Y., Abe, J., & Yamada, K. (2008). Brain mechanism in Japanese verbal fluency test: Evidence from examination by NIRS (Near-Infrared Spectroscopy). *Asia-pacific Journal of Speech, Language and Hearing*, 11, 103-110.
- Hatta, T., Kanari, A., Mase, M., Nagano, Y., Shirataki, T., & Hibino, S. (2009). Strategy effects on word searching in Japanese Letter fluency tests: Evidence from the NIRS findings. *Reading and Writing*, 22, 1041-1051.
- 飯島勝矢・菊谷武・東口高志・高田和子・大淵修一 (2012). 厚生労働科学研究費補助金(長寿科学総合研究事業)「虚弱・サルコペニアモデルを踏まえた高齢者食生活支援の枠組みと包括的介護予防プログラムの考案および検証を目的とした調査研究」報告書.
- 日本歯科医師会 (2019). 歯科診療所におけるオーラルフレイル対応マニュアル 2019 年版.
- Kugimiya, Y., Ueda, T., Watanabe, Y., Takano, T., Edahiro, A., Awata, S., & Sakurai, K. (2019). Relationship between mild cognitive decline and oral motor functions in metropolitan community-dwelling older Japanese: The Takashimadaira study. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 81, 53-58.
- 熊谷修・渡辺修一郎・柴田博・天野秀紀・藤原佳典・新開省二・吉田英世・鈴木隆雄・湯川晴美・安村誠司・芳賀博 (2003). 地域在宅高齢者における食品摂取の多様性と高次生活機能低下の関連. 日本公衆衛生雑誌, 50, 1117-1124.
- Masato, N., Kuriyama, S., Kakizaki, M., Ohmori-Matsuda, K., Sugawara, Y., Sone, T., Hozawa, A., & Tsuji, I. (2010). Effect of age on the association between body mass index and all-cause mortality: The Ohsaki cohort study. *Journal of Epidemiology*, 20 (5), 398-407.
- Nakamura, M., Hamada, T., Tanaka, A., Nishi, K., Kume, K., Goto, Y., Beppu, M., Hijioka, H., Higashi, Y., Tabata, H., Mori, K., Mishima, Y., Uchino, Y., Yamashiro, K., Matsu-mura, Y., Makizako, H., Kubozono, T., Tabira, T., Takenaka, T., Ohishi, M., & Sugiura, T. (2021). Association of oral hypofunction with frailty, sarcopenia, and mild cognitive impairment: A cross-sectional study of community-dwelling Japanese older adults. *Journal of Clinical Medicine*, 10, 1626.
- 西村一将・大井孝・高津匡樹・服部佳功・坪井明人・菊池雅彦・大森芳・寶澤篤・辻一郎・渡邊誠 (2011). 地域高齢者の 20 歯以上保有と軽度認知機能障害の関連—1 年間の前向きコホート研究—. 日本補綴歯科学会誌, 3 (2), 129-134.
- Ogawa, S. (2014). Nutritional management of older adults with cognitive decline and dementia. *Journal of Aging Research*, 14 (2), 17-22.
- Shimada, H., Doi, T., Lee, S., Makizako, H., Chen, L. K., Arai, H. (2018). Cognitive frailty predicts incident dementia among community-dwelling older people. *Journal of Clinical Medicine*, 7 (9), 250.
- Sasazuki, S., Inoue, M., Tsuji, I., Sugawara, Y., Tamakoshi, A., Matsuo, K., Wakai, K., Nagata, C., Tanaka, K., Mizoue, T., & Tsugane, S. (2011). Body mass index and mortality from all causes and major causes in Japanese: Results of a pooled analysis of 7 large-scale cohort studies. *Journal of Epidemiology*, 21, 417-430.
- 矢野朋子・樺山舞・神出計 (2020). 地域在住高齢者の体重減少ならびにアルブミン低値と死亡との関連とその影響要因—システムティックレビュー—. 日本老年医学会誌, 57 (1), 60-70.

受稿日: 2024 年 10 月 22 日


受理日: 2024 年 11 月 14 日

発行日: 2024 年 12 月 25 日

Copyright © 2024 Society for Human Environmental Studies



This article is licensed under a Creative Commons [Attribution-Non-Commercial-NoDerivatives 4.0 International] license.

 <https://doi.org/10.4189/shes.22.175>