

## [研究論文]

認知症高齢者における日光浴と深部体温  
および睡眠覚醒リズムに関する研究

田中 佑佳・鳥羽 愛乃・笠井 恭子・高鳥眞理子

## はじめに

生体は、月・日・時間などに応じて変化する周期的なリズムを有しており、深部体温や睡眠覚醒はおよそ1日を周期とする概日リズム（サーカディアン・リズム）によって制御されている。この概日リズムは光や時間の手がかりのない環境下では24時間よりやや長い時間にフリーランすることが知られている。地球の自転にあわせた24時間に調整する因子は同調因子とよばれ、これには規則正しい食事、適切な睡眠時間、社会的な接触等があげられる。なかでも最も強力な同調因子は太陽光である。太陽光は網膜の光受容体を通して脳にある体内時計を振動させ、深部体温や自律神経機能、ホルモン分泌のリズムを調整している<sup>1~5)</sup>。

睡眠ホルモンとよばれるメラトニンは太陽光を浴びることで夜間に分泌が盛んになり、この分泌に伴って深部体温が低下する<sup>6), 7)</sup>。一方、日中に太陽光を浴びないと、体温のリズムの位相がずれ、遅延するため、睡眠障害に結びつきやすい<sup>8)</sup>。とくに高齢者の場合、感覚機能の低下により網膜から十分な光を取り込むことができなくなるため、体温の振幅が減少し睡眠覚醒リズムが前進して、早い時間の眠気や早朝覚醒が生じやすくなる<sup>9), 10)</sup>。さらに認知症の高齢者では、脳の器質の変化が加わるため、深部体温リズムの振幅の低下や破綻、睡眠覚醒リズムのアンバランスが生じ、夜間にせん妄や徘徊などの不穏な認知症状が出現しやすい<sup>11)</sup>。

認知症高齢者の睡眠障害を研究した文献において、Mishima ら<sup>11~15)</sup>は、9時~11時の時間帯に3,000~8,000ルクスの人工光を2~3週間にわたり当てたところ、昼寝が減少し、夜間の睡眠時間が増加し、認知症状の改善を認めたと述べている。Fukuda ら<sup>16)</sup>は、日中（11時30分~12時30分）に8,000ルクスの人工光を3週間照射したところ、ノンレム睡眠が増加したと述べている。このように先行研究では、人工光を照射したものが多く<sup>17~21)</sup>、自然の日光を用いた研究は見あたらない。また、深部体温の変化と睡眠状態の関連をみた文献は少なく、とくに認知症高齢者を対象としたものはみられなかった。

認知症状の改善においては、日中の傾眠状態をできる限り減少させて、夜間の睡眠の質を高めることが必要である。睡眠の改善において人工光を用いる場合は、特別な照明装置が必要で

---

受付日 2013.11.1

受理日 2013.12.26

所属 看護福祉学部

照度にも限界がある。一方、日光は自然に浴びることができ、照度も高い。また、日光は交感神経を刺激して心身を活性化させる作用をもつため、認知症高齢者の傾眠状態の軽減にもつながるのではないかと考える。

そこで本研究では、グループホームに入所している認知症高齢者を対象として、屋外で日光浴を行う日と日光浴を行わない日とを設け、日光浴と一日の深部体温リズムおよび睡眠覚醒リズムの関連を検討することを目的とした。

## 研究方法

### 1 研究期間

- (1) 平成25年度 8月27日～30日：日光浴を行わなかった期間
- (2) 平成25年度 9月26日～28日：日光浴を行った期間

### 2 研究対象

本研究の趣旨を説明し同意を得られたグループホームに入所している認知症高齢者6名である。

### 3 方法

#### 1) 調査の手順

認知症高齢者に対し、日光浴を行わない日、行う日の2日間、経時的に鼓膜温測定と睡眠状態の調査を行った。日光浴は施設側の都合により10時～17時の間で約1時間行った。表1に調査の手順を示した。鼓膜温はテルモ耳式体温計M30を使用し、10時、15時、17時、入眠時（20～21時）、起床時（5～7時）、翌10時の計6回、各時間帯ごとに繰り返し3度測定した。測定姿勢は座位で行った。睡眠状態については、TANITA スリープスキャン SL-503を使用し、夜間のノンレム睡眠時間（分）、レム睡眠時間（分）を計測した。鼓膜温測定と同時に対象者が過ごしている室内または室外の照度と温湿度を測った。

表1 調査の手順

	10時	15時	17時	入眠	夜間	起床	翌10時
鼓膜温	○	○	○	○		○	○
照度・温湿度	○	○	○	○		○	○
睡眠状態	←-----→						

#### 2) 解析方法

鼓膜温は同時時間帯に3度測定したが、その最高値を解析の際のデータとした。解析は、SPSS.16 for windowsを使用し、ノンパラメトリック検定のWilcoxon符号付き順位検定を行った。相関関係の解析にはPearsonの積率相関係数を用いた。p値が0.05未満を有意差ありとした。

### 3) 倫理的配慮

研究への協力が得られた施設を通して対象者および家族の同意を得た。対象者および家族には、紙面および口頭で研究の目的と方法、協力に伴う不自由などを説明した。さらに、研究開始前、実施中、いずれの段階においても参加を中止するのは自由であること、得られたデータは学術研究以外の目的では使用しないこと、施設名、個人名が特定できないように匿名性を守ること、データは研究終了後に破棄すること、情報の管理を徹底することを説明し、同意書への署名を得た。なお、本研究は「福井県立大学研究等における人権擁護・倫理委員会」の承認を得て行った（承認番号 第2013017号）。

## 結果

### 1. 基本属性

研究対象者の基本属性は、表2のとおりである。男性1名、女性5名の計6名で、平均年齢は79.8±3.2歳であった。6名ともアルツハイマー型認知症であった。睡眠状況は、夜間断眠、早朝覚醒、日中傾眠といった何らかの問題のある人が多かった。ADL (Activities of Daily Living : 日常生活動作) は、ほぼ自立が2名、歩行器使用が3名、杖歩行が1名であった。

表2 基本属性

	年齢	性別	睡眠状況	A D L
A	70代	女	日中傾眠、早朝覚醒	自立
B	80代	女	夜間断眠	歩行器
C	70代	女	日中傾眠、夜間断眠	杖
D	80代	男	日中傾眠、夜間断眠	歩行器
E	80代	女	日中傾眠	歩行器
F	80代	女	早朝覚醒	自立

### 2. 1日の鼓膜温の変化について

鼓膜温測定時の室温は日光浴を行わなかった日、行った日ともに平均26~28℃、室内の光の強さは25~2,400ルクスであった。表3には日光浴を行った日の照度を示した。日光浴を行った時点における屋外の照度は80,000~100,000ルクスであった。

表3 日光浴を行った日の照度 (単位:ルクス)

■ 日光浴を行った時間帯

	10時~11時	13時~14時	15時~16時	17時	入眠	起床	翌10時
A	80,000~100,000	1,180	786	560	44	130	926
B	80,000~100,000	2,400	488	450	25	130	1,308
C	2,380	1,010	85,000~90,000	153	42	156	780
D	347	1,802	85,000~90,000	239	200	111	347
E	530	85,000~90,000	506	239	200	123	267
F	80,000~100,000	482	220	91	27	131	507

日光浴を行わなかった日と行った日の鼓膜温の変化を図1に示した。日光浴を行わなかった日においては、測定開始時の10時には36.6℃であったが、徐々に上昇し、体温が最も高かったのは15時の36.8℃であった。その後、17時には36.7℃、入眠時には36.5℃と徐々に低下し、起床時には最も低い36.4℃を示した。

日光浴を行った日においては、測定開始時の10時には36.4℃であった。体温が最も上昇したのは15時と17時の2時点で36.7℃となり、その後、入眠時には36.1℃まで低下した。起床時には36.2℃であり、翌10時には36.4℃に上昇した。

日光浴を行わなかった日と行った日を比べると、どの測定時点においても有意な差はみられなかったが、日光浴を行った日の方が1日の鼓膜温の振幅が大きく、なかでも17時~入眠時にかけて鼓膜温の大きな低下が認められた。

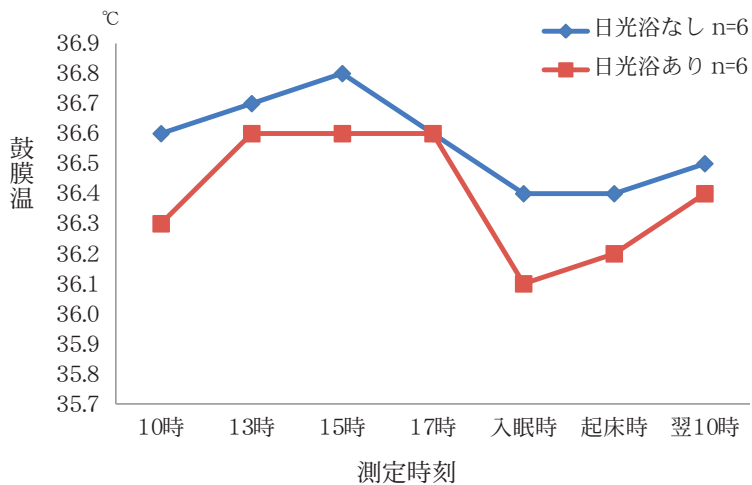


図1 日光浴を行わなかった日と行った日の鼓膜温の変化

### 3. 鼓膜温の振幅

日光浴を行わなかった日、行った日の対象者個別にみた1日の鼓膜温の振幅（最高値と最低値の差）を表2に示した。日光浴を行わなかった日は、振幅が最も少なかった人は0.5℃、最も大きかった人は1.0℃であった。一方、日光浴を行なった日は、振幅が最も少なかった人は0.8℃、最も大きかった人は1.5℃であった。対象者6名中5名において、日光浴を行わなかった日より行った日の方が鼓膜温の振幅が大きかった。

図2には、6名の平均の鼓膜温の振幅を示した。日光浴を行わなかった日は振幅が平均0.7℃であったのに対し、行った日の平均は1.2℃であった。日光浴を行わなかった日より日光浴を行った日の方が、有意（ $p=0.046$ ）に振幅が大きかった。

表4 1日の鼓膜温の振幅（℃）

	日光浴なし	日光浴あり
A	0.5	1.4
B	0.6	1.1
C	1.0	1.2
D	0.6	1.5
E	0.9	0.8
F	0.6	0.9

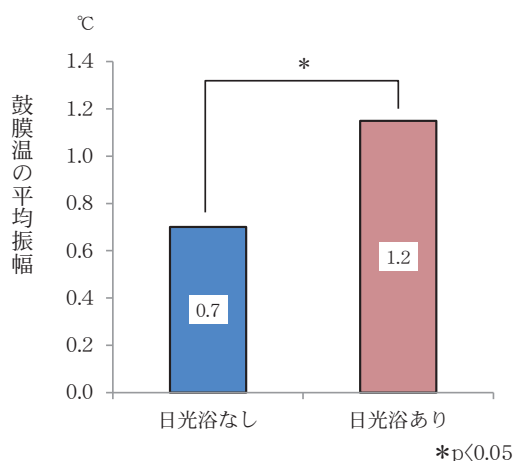


図2 日光浴を行わなかった日と行った日の鼓膜温の平均の振幅

### 4. 睡眠状態

日光浴を行わなかった日、行った日の睡眠状態をレム睡眠時間、ノンレム睡眠時間、レムとノンレム睡眠時間を加算した全睡眠時間に分けて見たところ、図3に示すようにレム睡眠時間は、日光浴を行わなかった日では51.8分であったが、行った日では40.6分に短縮し、有意差が（ $p=0.046$ ）みられた。一方、ノンレム睡眠時間においては、日光浴を行わなかった日より行った日には6名全員の睡眠時間が伸びており、その平均は図4に示すように日光浴を行わなかった日は386.4分であったが、行った日では444.4分と有意差がみられた（ $p=0.028$ ）。さらにレム睡眠時間とノンレム睡眠時間を合計した全睡眠時間においては、図5に示すように日光浴を行わなかった日は437.8分であったが、行った日では485.0分に増加し、有意差（ $p=0.04$ ）がみられた。

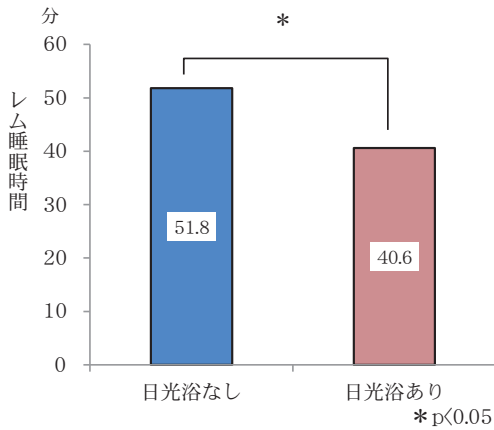


図3 日光浴を行わなかった日と行った日のレム睡眠時間

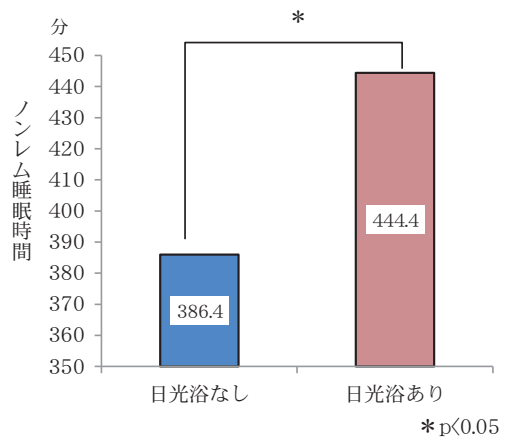


図4 日光浴を行わなかった日と行った日のノンレム睡眠時間

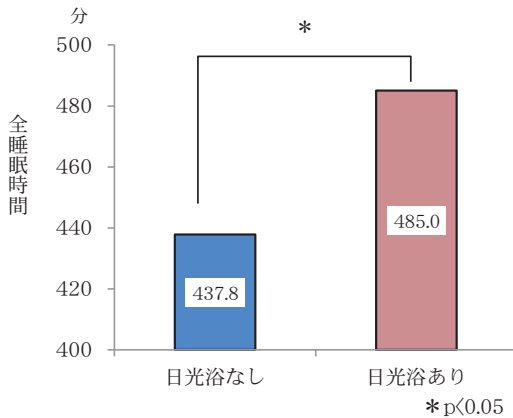


図5 日光浴を行わなかった日と行った日の全睡眠時間

## 5. 睡眠と鼓膜温振幅との関連

ノンレム睡眠と鼓膜温振幅との関連を見たところ、図6に示すように、日光浴を行わなかった日には有意な相関はみられなかったが、図7のように日光浴を行った日には高い相関 ( $r = 0.907$ ,  $p = 0.013$ ) を認め、鼓膜温振幅の大きい人ほど、ノンレム睡眠時間が長かった。一方、レム睡眠は、日光浴を行わなかった日、日光浴を行った日ともに鼓膜温振幅との間に有意な相関は認められなかった。レム睡眠とノンレム睡眠を加算した全睡眠時間と鼓膜温振幅との関連では、日光浴を行わなかった日は、有意な相関は見られなかったが、日光浴を行った日には強い相関 ( $r = 0.891$ ,  $p = 0.017$ ) が認められ、鼓膜温振幅の大きい人ほど、全睡眠時間が延長していた。

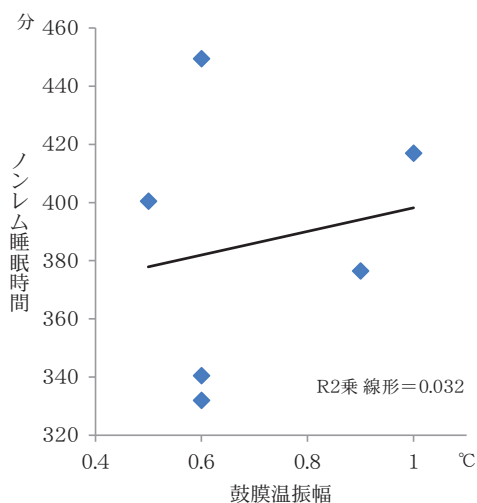


図6 日光浴を行わなかった日の鼓膜温の変動幅とノンレム睡眠時間

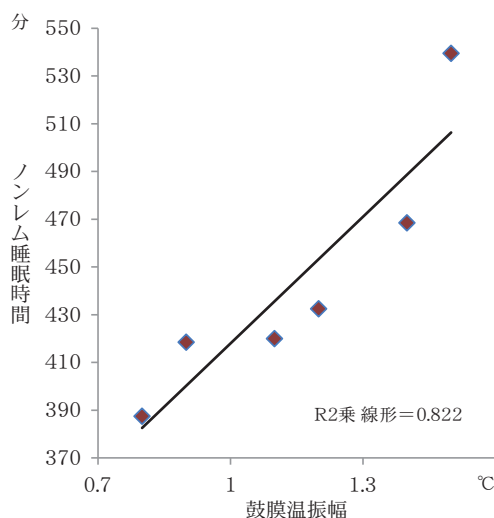


図7 日光浴を行った日の鼓膜温の変動幅とノンレム睡眠時間

## 考察

健常者の体温変動のリズムは、午後から夕方にかけて最高体温となり、入眠時間に向けて徐々に低下し、睡眠後半の4～6時に最低体温を示すというリズムを有している<sup>1),3)</sup>。一方、高齢になると、体温の概日リズムの振幅が減少すること、リズムが1～2時間程度前進することが報告<sup>9),10)</sup>されている。とくに認知症高齢者の場合には、日中の活動量が減少し、屋外の自然光を浴びる機会が少なくなること等が要因となり、体温の概日リズムの振幅低下や破綻、リズム位相の後退が生じやすい<sup>11)</sup>。

本研究の認知症高齢者において、日光浴を行わなかった日の鼓膜温は最低体温が起床時の36.4℃、最高体温が15時の36.8℃であった。一方、日光浴を行った日は、最低体温が入眠時の36.1℃、最高体温が15時・17時の36.7℃であった。日光浴を行わなかった日、行った日ともに健常者と同様に午後から夕方にかけて体温が最高値となり、入眠時から起床時には最低値となるリズムを示していた。佐谷ら<sup>22)</sup>は日常生活自立度が低い、主な栄養摂取経路が経口以外、意識レベルが低いことによって体温の概日リズムが崩れると報告している。本研究の対象者においては、日常生活自立度が低く、認知症のため日中に傾眠するなど意識レベルが低い人も多かったが、1日の体温のリズムに大きな逸脱はみられなかった。これは施設で過ごしているため、生活リズムが一定であること、他者との接触が多いことなどが影響していると考えられる。

1日の体温の振幅は健常な成人であれば、平均1℃前後ある。体温の振幅が1℃以下になると免疫力は約30%、代謝は約12%低下し、振幅が1℃以上になると白血球の働きが活発になり免疫力が5～6倍に上がるといわれる<sup>23)</sup>。したがって、健康を保持するためには体温の振幅を



高めることが重要である。本研究において鼓膜温の振幅は、日光浴を行わなかった日は0.7℃、行った日は1.2℃であり、0.5℃の有意差が見られた。この結果から、日光を浴びると体温の振幅が大きくなることが明らかになった。

光刺激は概日リズムの調整において、最も効果的な同調因子である。網膜に入った光の情報は視神経を通過して視交叉上核に伝わる。その後、松果体でセロトニン神経からセロトニンが合成される。さらにセロトニンを基質としてメラトニンが合成される<sup>24),25)</sup>。セロトニンは日中に多く分泌され、消灯後2～3時間で1/3～1/4にまで減少し、夜明けに急速に増加する<sup>26)</sup>。これに対し、睡眠をもたらすメラトニンは日中ほとんど分泌されないが、日中に浴びた受光量によってその分泌量が調整され、夜間に分泌が高まる日内リズムを有している<sup>27),28)</sup>。またメラトニンは視床下部にある体温調節のセットポイントを低下させるとともに、1日の体温リズムの振幅に約40%寄与するとされる<sup>29)-31)</sup>。Mishimaら<sup>32)</sup>は、日中の受光量が少なくメラトニン分泌が低下している不眠高齢者に日中4時間2,500ルクスの照射を行ったところ、健常高齢者の分泌量を超えるまでメラトニン分泌量が回復したと述べている。すなわち、普段、ほとんど日光を浴びていない場合には、受光によってメラトニン分泌の感度が鋭敏になるということである。本研究においても、普段の屋内の照度は100～600ルクスと非常に低かった。また、対象者は自然光を浴びる外出の機会も少なかったため、日常的にメラトニン分泌量が低下していた可能性がある。このような状況において、昼間に外出し80,000～100,000ルクスという高照度の光を浴びて、日中の受光量が急増したため、日没からメラトニン分泌が多くなったと推測される。それに伴い入眠時に体温のセットポイントが下がり、鼓膜温の振幅が大きくなったと考えられる。

睡眠は、レム睡眠とノンレム睡眠に大きく分けられる。レム睡眠は、大脳皮質が活性化した浅い眠りの状態である。ノンレム睡眠は休息の睡眠といわれ、脳が休息している状態である。睡眠周期は、浅いノンレム睡眠から始まり、徐々に深い睡眠へと移行し、約90分後にレム睡眠が出現するというサイクルを繰り返している<sup>33)</sup>。アルツハイマー型認知症では、夜間睡眠の分断化がみられ、病期の進行にともない増悪する。健常高齢者は、レム睡眠時間が短縮するのに対し、アルツハイマー型認知症高齢者のレム睡眠は延長するとの報告<sup>34),35)</sup>がみられる。

本研究におけるレム睡眠時間は、日光浴を行わなかった日は51.8分であったが、日光浴を行った日は40.6分と短縮していた。一方、日光浴を行わなかった日のノンレム睡眠時間は386.0分であったが、日光浴を行った日のノンレム睡眠時間は444.4分と有意な延長がみられた。この結果から、高照度の日光を浴びると睡眠の質が良好になると考えられる。認知症高齢者を対象にした先行研究では、観察者の睡眠記録や総睡眠時間、睡眠効率などを指標にしたものが多く、ノンレム睡眠とレム睡眠に分けて検討しているものはみあたらなかった。しかし、唯一、Fukuda<sup>16)</sup>は、8,000ルクスの光を3週間当てたところ、睡眠ポリグラフにおいて睡眠段階の stage



2 (ノンレム睡眠)が増加し、stageW (覚醒期)が減少したと述べている。

また、本研究において日光浴を行わなかった日は、1日の体温の変化は緩やかであったが、日光浴を行った日は、17時～入眠時にかけて急激な鼓膜温の低下がみられた。体温リズムと眠気の関係調べた井上らは、体温が低くなるほど眠気は強くなると述べている<sup>37)</sup>。また、Campbellら<sup>6),38)</sup>も、体温の低下が最大になる時間に眠気を生じること、その時間から入眠時間が近いほど、深い睡眠が増え、中途覚醒が減少すると述べている。つまり急激な体温低下は強い眠気をもたらすということである。

また、Mishimaら<sup>13)</sup>はアルツハイマー型認知症に低照度(3,000ルクス)と高照度の(8,000ルクス)の光を当てたところ、高照度の光でのみ睡眠に改善がみられたと述べている。大川<sup>39)</sup>は昼間に強い光を浴びると睡眠覚醒リズムと体温リズムの振幅が大きくなり、生活にメリハリがつくことを示唆している。本研究においては、80,000～100,000ルクスという高照度の日光浴を行ったところ、6名中5名において鼓膜温の振幅が高まるとともに、全員のノンレム睡眠時間が延長した。また鼓膜音の振幅とノンレム睡眠の間に強い相関がみられ、鼓膜温振幅が大きい人ほどノンレム睡眠時間が延長していた。このことから、認知症高齢者においても高照度の光を浴び体温の振幅を高めることが良質な睡眠に深く関与することが明らかになった。

光を浴びる期間に関しては先行研究<sup>12)~21),40)</sup>の多くが1～4週間に設定していた。本研究は1日という短期間であったが、日光を浴びることで睡眠の質が良好になっていた。よって短期間でも日光浴には効力があると考えられる。また、日光を浴びる時間帯に関しては、午前を適当とする文献<sup>12)~21)</sup>が多くみられるが、本研究の結果から、日中であれば午前、午後のどちらの時間帯であっても1日の体温振幅が高まり、睡眠の質の改善がもたらされることが示唆された。

今回は、高照度の光を浴びることに加えて、屋外に出たことや人との関わりという刺激があったため、これらの相乗効果として睡眠時間が長くなった可能性も考えられる。今後は調査期間を延長し、対象数も増やして、認知症高齢者の体温、睡眠状態に日光浴が与える影響について、日光を浴びる時間帯や日光以外の刺激との関連をも加味しながら、さらに詳細に検討することが課題である。

## 結論

認知症高齢者6名を対象として、日中の日光浴が鼓膜温や睡眠状態にどのように影響するのかについて調査した結果、次のことが明らかとなった。

1. 日光浴を行った日と行わなかった日との間で各測定時点の鼓膜温に有意な差はみられなかったが、日光浴を行った日の方が17時～入眠時にかけての低下が大きかった。

2. 1日の鼓膜温の振幅は、日光浴を行った日は1.2℃で、日光浴を行わなかった日は0.7℃であり、日光浴を行った日の方が有意 ( $p=0.046$ ) に大きかった。
3. 睡眠状態は、日光浴を行った日は、日光浴を行わなかった日よりも、レム睡眠時間が短縮し、ノンレム睡眠時間が有意に延長し、全睡眠時間も有意に延長していた。
4. 日光浴を行った日の鼓膜温の振幅とノンレム睡眠の間には有意な相関がみられ、鼓膜温の振幅が大きい人ほどノンレム睡眠時間が長くなっていた。

以上より、日光浴は認知症高齢者の1日の体温の振幅を高め、夜間の良質な睡眠に寄与することが示唆された。

## 謝辞

本研究にご協力頂きました、グループホームの利用者の皆様、ご家族の皆様、施設のスタッフの皆様に深く感謝致します。

## 参考文献

- 1) 入来正躬：体温生理学テキスト，文光堂，2003.
- 2) 中尾光之，山本光璋：生体リズムとゆらぎ，9-11，コロナ社，2004.
- 3) 本間研一：体温・睡眠のリズム，医学のあゆみ，242(11)，845-849，2012.
- 4) 本間研一：生体リズムの基礎知識，日本臨床，66巻増刊号，245-52，2008.
- 5) 川村浩：脳とリズム，朝倉書店，1989.
- 6) Campbell SS, Murphy PJ : Nighttime drop body temperature : A physiological trigger for sleep onset?, Sleep, 20 (7), 505-511, 1997.
- 7) Duffy JF et al. : Peak of circadian melatonin rhythm occurs later within the sleep of older subjects, Am J Physiol Endocrinol Metab, 282, 297-303, 2002.
- 8) Duffy JF et al. : Later endogenous circadian temperature nadir relative to an earlier wake time in older people, American Journal of Physiology, 275, 1478-1487, 1998.
- 9) 海老澤尚：加齢による体温調節・概日リズムの変化，老年精神医学雑誌，17(12)，1265-1271，2006.
- 10) 田中和秀：加齢による睡眠覚醒の変化，老年精神医学雑誌，17(12)，1259-1263，2006.
- 11) 三島和夫：認知症の睡眠問題，老年期認知症研究会誌，17，109-113，2010.
- 12) Mishima K., Okawa M. et al. : Morning bright therapy for sleep and behavior disorders in elderly patients with dementia , Acta Psychiatrica Scand, 89,1-7,1994.
- 13) Mishima K., Hishikawa Y., Okawa M. : Randomized, dim light controlled ,crossover test of morning bright light therapy for rest -activity rhythm disorders in patients with vascular dementia of Alzheimer's type, Chronobiology International,15(6), 647-654,1998.
- 14) 三島和夫，大川匡子 他：痴呆老年者の睡眠・覚醒リズム，臨床脳波，30，646-654，1988.

- 15) 三島和夫, 大川匡子 他: 痴呆老年者における睡眠・覚醒リズム障害に対する高照度光療法, 精神科治療学, 5, 345-355, 1990.
- 16) Fukuda N., Kobayashi R. et al.: Effect of bright light at lunchtime on sleep in patients in a geriatric hospital II, Psychiatry and Clinical Neurosciences, 55(3), 291-293, 2003.
- 17) 大川匡子: 特別養護老人ホームでの光療法事例, 照明学会誌, 84(6), 368-271, 2000.
- 18) 伊藤武夫: 高照度光照射による痴呆高齢者の夜間睡眠と日中覚醒度の変化, 照明学会第36回全国大会, 2003.
- 19) 寺島瀬里奈: 高齢者への高照度光療法施行による睡眠覚醒リズム障害の改善, 第39回老年看護, 135-137, 2008.
- 20) 寺西敬子: 認知症高齢者の夜間睡眠に対する光療法の効果, 医学と生物学, 153(7), 256-261, 2011.
- 21) 大塚由美: 認知症患者のサーカディアンリズムの改善を試みて, 日本精神看護学会誌, 51(3), 291-294, 2008.
- 22) 佐谷茜 中田好美 他: 女性入院高齢者における体温の概日リズムとその対象の特性, 看護実践学会誌, 22(1), 2010.
- 23) 石原結實: 体温力, PHP 新書, 2008.
- 24) 林和俊, 深谷孝夫: 睡眠・概日リズムに影響するホルモン変化, 老年精神医学雑誌, 17(12), 1272-1277, 2006.
- 25) 野口公喜: 光とメラトニン, 照明学会誌, 93(3), 134-137, 2009.
- 26) 小坂光男, 山根基 他: 生体機能変化による日内リズムの修復—特に運動・睡眠と日内リズムの関係—, 中京大学体育学叢, 45(1), 1-13, 2003.
- 27) 山内正憲, 渡辺昭彦: 睡眠障害とメラトニン, 医学のあゆみ, 242(11), 869-870, 2012.
- 28) 樋口重和: 光とヒトのメラトニン抑制, 時間生物学, 14(1), 13-19, 2008.
- 29) 山蔭道明: 体温のバイオリジー 体温はなぜ37℃なのか, 14-16, 2005.
- 30) 宮崎総一郎, 北村拓郎: 正常な睡眠・覚醒のサーカディアン・リズムを取り戻そう, 医学のあゆみ, 242(11), 861-867, 2012.
- 31) 有田秀穂: セロトニン欠乏脳, NHK出版, 2003.
- 32) Mishima K., Okawa M. et al.: Diminished melatonin secretion in the elderly caused by insufficient environmental illumination, J. clin. Endocrinol. Metab, 86(1), 129-134, 2001.
- 33) 神山潤: 睡眠の生理と臨床 改訂第2版, 診断と治療社, 2008.
- 34) 田中和秀, 市村麻衣 他: 加齢による睡眠覚醒の変化, 老年精神医学雑誌, 17(12), 1259-1263, 2006.
- 35) 黒田彩子, 小木曾基裕 他: 認知症と睡眠障害, 臨床精神医学, 39(5), 653-658, 2010.
- 36) Yamadera H., Ito T.: Effects of bright on cognitive and sleep wake (circadian) rhythm disturbances in Alzheimer-type dementia, Psychiatry and Clinical Neurosciences, 54 352-353, 2000.
- 37) 井上雄一, 林光緒: 眠気の科学, 朝倉書店, 2011.
- 38) Campbell SS., Murphy PJ: Relationship between sleep and body temperature in middle aged and older subjects, J. Am. Geriatr Society, 46, 458-462, 1988.
- 39) 大川匡子: 生体リズムと光, 照明学会誌, 93(3), 128-133, 2009.
- 40) 萩原悦子, 山田律子 他: 痴呆高齢者の睡眠・覚醒リズムと光の効果に関する研究の動向, 北海道医療大学看護福祉学部紀要, 9, 143-151, 2002.