

将来温暖化に伴う名古屋都市圏の健康被害予測

明星大学 理工学部 環境・生態学系 4年 13t7-053 長谷川諒

指導教員 亀卦川 幸浩

1. はじめに

近年、地球温暖化やヒートアイランド現象により気温上昇が問題となっている。我が国でも、東京等の大都市域の気温が著しく上昇している。それに伴い、健康影響（熱中症、デング熱等の感染症）の顕在化が見られ、東京における熱中症救急搬送者数が年々増加していることなどが問題となっている。それによって熱中症は温暖化に伴う代表的な健康被害として社会的に認知され、様々な対策がとられている。その他に気温上昇により発生する健康影響として、熱的疲労や睡眠障害もあげられる。このように気温上昇に伴う軽度の健康被害も研究対象として着目されつつある。

2. 先行研究

- (1) 岡野他¹⁾では、東京 23 区居住者を対象にインターネット調査を行い、睡眠障害者の 51.2% が夜間高温化と関係があると推定された。また、就寝時の気温が 25.2% を超えると睡眠が悪化する傾向があることが推定された。
- (2) 井原他²⁾では、東京を対象とした仮想評価法 (CVM) による支払意思額のアンケート調査に基づき熱中症よりも睡眠障害に伴う健康被害のほうが大きいとの推定がなされている。熱中症による被害額は 9.32 億円で、睡眠障害による被害額は、21.8 億円と推定された。
- (3) 井原³⁾では、東京を対象に熱中症被害量を DALY (障害調整生命年) で定量化している。

3. 研究目的

近年、最も猛暑日の出現頻度が高く、更なる高温化が懸念されている名古屋を対象に夏季の暑熱環境がもたらす健康影響として睡眠障害と熱中症に着目し、その現況被害額を推計する。加えて今後の気候変動を加味した将来被害額を推定する。そして、熱中症に比べ睡眠障害の被害が大きいと推計した先行研究の結果を検証し、温暖化適応策としての睡眠障害の被害軽減の重要性について考察することを目的とした。

4. 研究方法

気候変動に伴う健康被害量の推計手法として、DALY 称される指標を用いる。DALY (Disability Adjusted Life Year) とは障害調整生命年と言われる指標で、病的状態、障害、早死によりもともと生存するはずだった年数が失われた年数を意味し、疾病負荷を総合的に示すものである。この手法は、世界保健機関が使用している指標であり、定義は次式の通りである。

$$DALY = YLL + YLD \quad (1)$$

$$YLL = N \times L \quad (2)$$

$$YLD = I \times DW \times L \quad (3)$$

上式中、YLL (早死による損失余命)、YLD (障害生命年数)、N (死亡数)、L (死亡年齢における平均余命)、I (疾病の事例数)、DW (重篤度)、L (治癒・死亡までの平均期間) である。

YLD (障害生命年数) とは障害によって健康的な生活送ることのできなかつた年数を意味する。

5. 研究の流れ

5.1 健康被害の DALY に基づく定量化

先行研究と同様、睡眠障害の場合は DALY と夜間気温 (0 時)、熱中症の場合は DALY と WBGT (14 時) の関係式 (被害関数) を作成し、健康被害を DALY を用いて定量化した。

(1) 睡眠障害による被害量の算出

睡眠障害は、死亡にいたるほどの被害ではないため、DALY=YLD が成り立つ。よって①I (疾病の事例数) と②DW (重篤度) と③L (治癒・死亡までの平均期間) の 3 つが必要となる。

① I (疾病の事例数) の算出

疾病の事例数の算出には、SQIDS (Sleep Quality Index for Daily Sleep) と呼ばれる毎日の睡眠の質をアンケート得点化したものを使用した。SQIDS とは PSQI-J (日本語版ピッツバーグ睡眠質問票) を参考に作られた毎日の睡眠の質を評価する質問票である。SQIDS の質問項目として、(1) 睡眠の質 (2) 入眠時間 (3) 睡眠時間 (4) 睡眠効率 (5) 中途覚醒 (6) 睡眠剤の使用 (7) 日中覚醒困難 の 7 項目を使用する。各 7 項目とも 0~3 点の 4 段階で評価し、合算 (21 点満点) することで睡眠を評価する (得点が高いほど悪い睡眠)。以降この合算点を S と表す。

表 1 使用したアンケート概要

調査年	2011 年	2012 年
調査方法	インターネット調査	
調査期間	8/2~8/11	8/2~8/16
調査対象	名古屋在住の 20 歳以上の男女	
対象数	636 人	700 人
対象外	旅行者、鬱病・高血圧症を患っている人、睡眠剤の使用者	

アンケート結果に基づき、アンケート回答者の住居地域における午前 0 時気温 (θ) と S 得点の関係式を回帰分析により求めた。

具体的には以下の式を導出した。

$$S = S_0 + [\Delta S / \Delta \theta] (\theta - \theta_0) \dots \text{式 1}$$

※when $\theta > \theta_0$

式1中、 $(\Delta S/\Delta \theta)$ が気温上昇に伴うS得点の増加率(睡眠の質の低下の度合い)であり、一方 S_0 は気温に依存しないベース得点である。この得点 S_0 の回答者群の中には気温とは無関係に睡眠障害を発症する慢性的罹患者数が含まれる。この慢性的罹患者数については、先行研究(Doi et al., 2011)⁴⁾における罹患者率(28.79%)をもとに推計し、得点が S_0 の回答者群の中の慢性的罹患者について期待されるS得点の下限值(SL)を推定し、 $\theta \geq \theta_0$ の気温範囲でSLを超えるS得点の回答者を気温上昇のみの影響を受けた睡眠障害の発症事例とみなした。

以上の方法によるSの回帰分析結果を表2に示す。

表2 回帰分析結果

項目	算定値
気温感応度 ($\Delta S/\Delta \theta$ [点/°C])	0.178
ベース得点 S_0 [点]	5.45
閾値気温 θ_0 [°C]	26.9
睡眠障害者得点(S)	7.17

さらに、Iと θ の関係式を最小二乗法により求める。この関係式は将来気候下でも成り立つものと仮定し、気温上昇のみの影響を受けた睡眠障害者の発生確率を正規分布より求め、閾値気温 θ_0 °Cから29°Cにおける各気温での発生確率を平均傾き(睡眠障害者の増加割合[Δy])から求めた。この増加割合に名古屋市の総人口をかけることにより疾病の事例数(I)を算出した。

② DW (重篤度) の設定

重篤度は0~1.0の間の数値で表される(1.0に近づくほど症状が重い)。重篤度は先行研究Fukuda et al⁵⁾より0.1とした。

③ (治癒・死亡までの平均期間) の算出

治癒・死亡までの平均期間はFukuda et al⁵⁾より罹患者期間を1日とした。

(2)熱中症死亡による被害量の算出

熱中症死亡は障害生命年数を考慮しないため、DALY=YLLが成り立つ。よって①N(死亡数)と②L(治癒・死亡年における平均余命)の2つが必要となる。

① N(死亡数)の算出

N(死亡数)は年間の熱中症搬送者数と熱中症死亡数の比を用いて、搬送数を死亡数に変換した。

② L(治癒・死亡までの平均期間)

L(治癒・死亡までの平均期間)は先行研究²⁾より15.736年とした。

5.3 被害量の将来予測

先行研究(高根他, 2015)⁶⁾において将来気候シミュレーションにより推計された将来の気温上昇量を、Iと θ の関係式に代入する方法で将来のIの増加量(将来的な睡眠障害の発症事例の増加量)を推計した結果、26.9°C以上において、深夜0時の気温が1°C上昇するに伴って Δy は1.78%の住民が新たに睡眠障害になると推定された。

熱中症の将来予測には現況(2010~2014年の5年間の夏季の14時WBGTの平均)に先行研究(青木, 2013)⁷⁾で推計されたWBGTの上昇量を足すことで将来的な熱中症による搬送者事例の増加量を推計した。

6. 解析結果とまとめ

解析の結果、名古屋市の睡眠障害に伴う夏季(8月)の健康被害額が、2011年は40.9億円、2012年は18.7億円と推定された。また、将来的な被害額として2030年代には53.9億円、2070年代には129.5億円と推定された。

熱中症死亡による現況被害額は6.4億円と推定された。また、睡眠障害と同様に将来的な被害額として2030年代には7.1億円、2070年代には16.6億円と推定された。

人口は将来的に減少していくと予測されているが、被害額は睡眠障害、熱中症ともに増加していく結果となった。また、先行研究と同様に、睡眠障害においてより大きな被害額が推計されたため、社会的に熱中症が注目されている中、睡眠障害についても同様の視点での対策を検討していく必要がある。そして、将来的な温暖化への健康被害軽減の為の適応策として、昼間気温の低減(熱中症対策)だけでなく、夜間の屋外・屋内気温の低減による睡眠障害対策が重要であることが示せた。

7. 参考文献

- 岡野他 2名, 2008, 日本ヒートアイランド学会論文集, Vol. 3, pp. 22-33.
- 井原他 4名, 2011, 日本建築学会環境系論文集, 第76巻, 第662号, pp. 459-467.
- 井原智彦, バイオクリマ研究会第18回研究成果発表会要旨集 pp. 14-17, 2015.
- Doi et al. Psychiatry and Clinical Neurosciences, Vol. 55, pp. 213-215, 2001.
- Fukuda S et al. Int J LCA, Vol. 18, No. 5, pp. 1089-1097, 2013.
- 高根雄也, 他 6名, 日本建築学会環境系論文集, Vol. 80, No. 716, pp. 973-983, 2015.
- 青木翔平, 疑似温暖化手法を用いた名古屋都市圏の暑熱環境適応策に関する研究, 明星大学卒業修士研究論文, 2013.