

ジャカルタへの気候変動適応策導入による健康影響の将来予測

明星大学 理工学部 総合理工学科 環境・生態学系 4年 14T7-004 新井 優樹

指導教員 亀卦川 幸浩

1.はじめに

近年、世界の都市域では、地球温暖化に加えヒートアイランド現象による高温化が様々な健康被害を誘発しつつある。それらは、マラリアやデング熱をはじめとする感染症、高温化による熱中症や熱帯夜による睡眠障害などである。この事は国内でも社会問題となっているが、発展途上であるが故に気候変動に対するインフラ面などでの脆弱性を有するアジアの新興メガシティ群にて特に健康被害の深刻化が懸念されている。

2.研究の概要と目的

上述の背景に関連し、進められている共同研究¹⁾では都市圏人口が世界第2位であるインドネシアのジャカルタを対象に、2050年頃の将来気候を予測し、温暖化適応策の導入による都市健康被害等の軽減効果の予測評価を目指したものである。本卒業研究は、この共同研究の一環として、温暖化に伴う都市域での熱中症と睡眠障害に着目し行う。共同研究では、ジャカルタの住民250名を対象に行われた睡眠障害に関連する疫学調査より睡眠障害の被害関数が同定された(図1)。熱中症については東京を対象とした先行研究を参考にして被害関数が求められた²⁾(図1)。

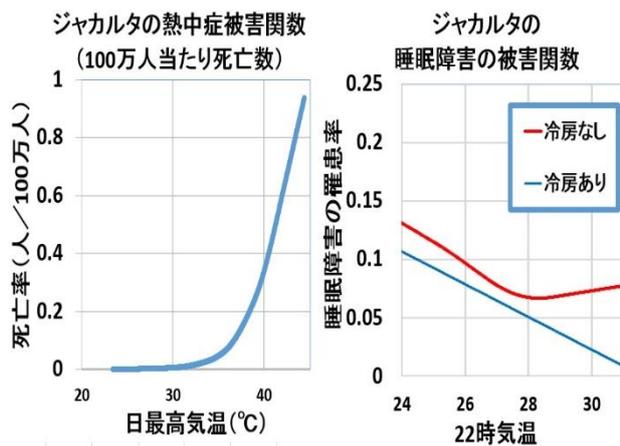


図1 ジャカルタにおける健康被害関数

以上の共同研究で作成された二つの被害関数を利用し、本研究では独自の将来気候予測にもとづき2050年代8月のジャカルタにおける健康被害の予測評価を試みた。共同研究で実施される将来気候の予測計算の結果を利用し、気温上昇等の影響を加味し将来の健康被害量を定量化した。更

に、冷房使用の増加等の温暖化適応策の導入ケースにおいても健康被害量をシミュレーションした。以上の一連の解析を通じ、温暖化適応策によるジャカルタでの健康被害量の将来的軽減効果の推計を行う事を本研究の目的とした。

3.研究方法

都市気候予測モデル WRF-CM-BEM を用い共同研究によって求められた2050年代のジャカルタの将来気候の予測計算結果を使用して、先述した被害関数(図1)を用い、健康被害量の指標であるDALY (Disability adjusted life year) を求め、その地理的分布も先行研究によって求められたジャカルタの人口分布を用いて明らかにした。

DALYとは病的負荷を総合的に表す指標で、1DALYとは健康な状態で過ごす人生を1年失ったという事を意味する。DALYの定義を次式に示す。

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

$$YLD = I \times DW \times L \quad (2)$$

$$YLL = N \times L \quad (3)$$

上式のYLDは障害生命年数、Iは疾病事例数(被害関数より算出)、DWは重篤度(0.1と設定³⁾)、Lは罹患期間(毎日の罹患により1日と設定²⁾)、YLLは早死による損失余命、Nは死亡数(被害関数より算出)、Lは死亡年齢における平均余命(18.1年と設定²⁾)を意味している。

4.研究の流れ

4-1.睡眠障害DALYの算出

睡眠障害は死亡に至るものとは考えにくいので睡眠障害DALY=YLDと考える。睡眠障害は屋内の罹患であるから冷房使用を適応策とする。グリッドごとの総人口に対し2015年は冷房使用率を40%とし、適応策を導入した2050年頃は冷房使用率80%、導入しないケースは冷房使用率40%に留まると仮定¹⁾し計算を行った。入眠時刻は22時とした。2050年代に適応策を行った際の睡眠障害DALYの求め方を次式で示す。

$$\sum_{i=1}^{31} \{(f_1(t'_i 22) \cdot P_1) + (f_2(t'_i 22) \cdot P_2)\} \cdot DW \cdot L \quad (4)$$

上式の f_1 は冷房を使用した際の睡眠障害被害関数で、 f_2 は冷房を使用していない場合の睡眠障害被害関数、 $t'_i 22$ は2050年代の8月*i*日の22時気温、

P_1 は適応策である冷房を使用している人口、 P_2 は冷房を使用していないグリッドごとの人口である。この式より 2050 年代の適応策を用いたグリッドごとの DALY の定量化ができる。また、 t_{i22} を、 t_{i22} (2015 年 8 月 i 日の 22 時気温) に置き換えれば 2015 年の DALY の定量化が可能で、現在と 2050 年の比較が行える。

4-2. 熱中症死亡 DALY の算出

熱中症 DALY は早死による損失余命であるので YLL のみを評価した。つまり熱中症死亡 DALY=YLL と考えた。熱中症死亡は屋外の罹患であるため、都市のコンパクト化かつ都市緑化を適応策として計算を行った。次式でグリッドごとの 2050 年代の熱中症死亡 DALY を推計した。

$$\sum_{i=1}^{31} g(\theta_i + \theta_{i0}) \cdot (P \cdot 10^{-6}) \cdot L \quad (5)$$

上式の g は熱中症死亡の被害関数、 θ_i は現在の 8 月 i 日の日最高気温、 θ_{i0} は 2050 年代 8 月 i 日における日最高気温の上昇量、 $g(\theta_i + \theta_{i0})$ は被害関数から求めた 100 万人当たりの死亡数、 P は人口を意味する。上式より θ_0 を除けば 2015 年の DALY を求めることができ、DALY の比較が行える。

5. 最終結果

シミュレーションの結果、温暖化により睡眠障害 DALY は現在に比べ 2050 年頃に適応策を行わなかった場合 51.4% 増加するが、適応策を行った場合 26.4% 増加に抑えることができた(図 2)。

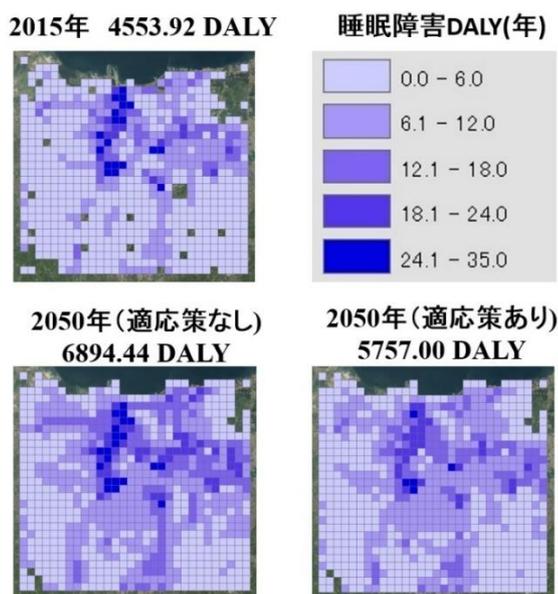


図 2 ジャカルタ市域における睡眠障害 DALY の分布

熱中症死亡の場合も同様に温暖化により現在に比べ 2050 年頃に適応策を行わなかった場合に DALY は 134.7% 増加するが、適応策を行った場合 94.1% 増加に抑えることが出来ることが分かった(図 3)。

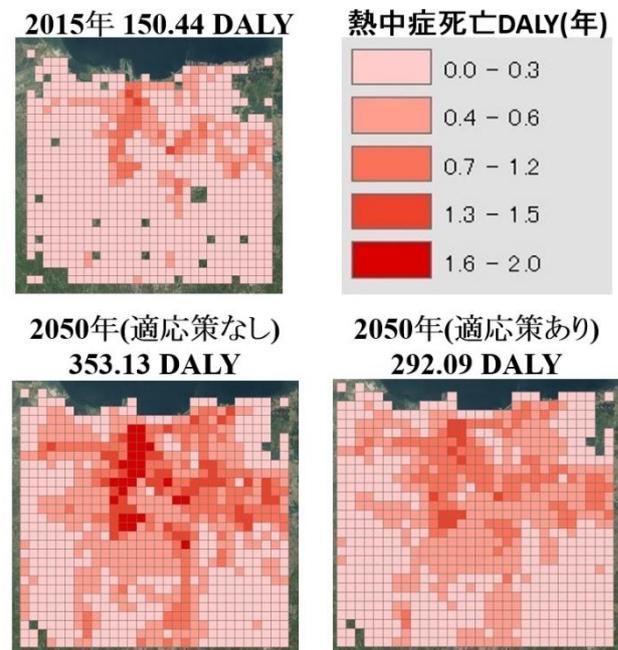


図 3 ジャカルタ市域における熱中症死亡 DALY の分布

よって冷房使用率の向上、そして都市緑化は睡眠障害、熱中症死亡それぞれの健康被害を軽減する適応策として有効であることが分かった。

人口密集地はグリッドごとの DALY の値が大きくなるので市街地は DALY の値が高くなる。しかし、図 2、3 を例にとると適応策を行うことで都市域の健康被害をかなり削減できていることが分かる。この研究により、温暖化による健康被害である睡眠障害と熱中症死亡に対する都市域での適応策の有用性を示すことが出来た。

6. 参考文献

- 1) 東京工業大学, 平成 28 年度環境研究推進費「アジアのメガシティにおける緩和を考慮した適応策の実施事例研究」による研究委託業務中間研究等成果報告書, 平成 29 年 5 月.
- 2) 草間蓮, ジャカルタにおける暑熱を伴う軽度健康影響とエアコン導入効果の定量評価, 平成 28 年度東京大学修士論文.
- 3) Fukuda S, Ihara T, Genchi Y, Narumi D. International Journal of Life Cycle Assessment, Vol.18, No.5, pp.1089-1097, Jun 2013.