

千葉県 の NDVI 算出方法の検討

研究分担者 鈴木 規道（千葉大学予防医学センター 特任助教）

研究分担者 花里 真道（千葉大学予防医学センター 准教授）

研究要旨

【背景】近年、居住地の近隣環境と健康の関係が注目され始めている。欧米の事例において衛星画像と GIS:geographic information system (地理情報システム) を用い、近隣の植生指数 (正規化植生指数: 以下 NDVI) を抽出し、健康影響との関係を示した報告がみられる。我が国においては近隣の植生指数と健康情報の関係を検証したものは少なく、文化的な背景が異なる日本において検証の余地がある。本研究では、千葉県の NDVI の算出方法を検討し、今後の大規模疫学調査の解析の可能性および問題点の抽出を行う事を目的とした。

【方法】NDVI 算出は ESRI ArcGIS 10.3.1 を使用した。解析に使用したデータは、産業技術総合研究所より提供されている衛星画像 Landsat8 を使用した。算出式は $NDVI = \frac{(NIR - R)}{(NIR + R)}$, NIR: 近赤外波長(Band5) R: 赤波長(band4)を用いた。

【結果】千葉県全域のNDVIを解像度30mで算出が可能になった。注意点としては、雲に覆われている、季節による緑量の違い等の問題があり、使用する衛星写真の撮影時期を考慮する必要があると言える。

【結論】算出の対象地域を増やすことで、大規模疫学調査の健康指標との解析が可能になると考えられる。

A. 研究目的

都市と健康の取り組みは世界でも注目され、WHO (世界保健機関) の提言のもと都市の環境が健康に与える影響に対応するため、健康都市の取り組みを世界中で推進している。Global Report on Urban Health[1] (都市部の健康に関するグローバル・レポート: 持続可能な開発のために、公平でより健康な都市を) や、Urban HEART[2] (アーバンハート: 都市における健康の公平性評価・対応ツール) 等の開発がなされている。

日本においても2012年に厚生労働省が「健康日本21 (第二次)」の中で「健康格差の縮小」や「社会環境の質の向上」を提示している。さらには、2014年に国土交通省が「健

康・医療・福祉のまちづくりの推進ガイドライン」を公表するなど、都市と健康への問題提起が強くなされている。その中で、欧米の事例において衛星画像と GIS:geographic information system (地理情報システム) を用い、近隣の植生指数 (正規化植生指数: 以下 NDVI) を抽出し、健康影響との関係を示した報告もみられる[3] [4] [5] [6]。また近隣の森林や公園などの緑地の存在が、様々な健康指標と関連している報告も多くみられる。精神的疲労回復[7] [8] [9] [10] [11] [12] [13]、ストレス軽減[14] [15] [16]、地域信頼[17]、犯罪の減少、暴力 [18] [19] [20] [21]、様々な疾患の減少、罹患率[22] [23] [24]、主観的健康観 [23] [24] [25]。

我が国においては近隣の植生指数と健康情報の関係を検証したものは少なく、文化的な背景が異なる日本において検証の余地がある。本研究では、千葉県でのNDVIの算出方法を検討し、今後の大規模疫学調査の解析の可能性および問題点の抽出を行う事を目的とした。

B. 研究方法

➤ 植生指数 NDVI:

植生 NDVI (Normalized Difference Vegetation Index: 正規化植生指標) とは、植物による光の反射の特徴を生かし衛星データを使って簡易な計算式で植生の状況を把握する指標を指す。NDVI は植生の緑葉が青色 (400~500nm) と赤色 (620~690nm) の波長の領域で、クロロフィルによる吸収を示し、近赤外領域 (720~1200nm) の波長を強く反射するという特性を利用し、近赤外領域と赤色の波長の反射率から計算される (図 1)。

➤ 対象地域: 千葉県全域

➤ NDVI 算出: 解析の流れを図 2 に示す。

1. Landsat データ

産業技術総合研究所より提供されている衛星画像 Landsat8 を使用した。Landsat8 の詳細を (表 1) に示す。使用した衛星データの撮影時期を最も緑が多く、かつ雲が極力かかっていない下記の 2 時期を使用した。

- Landsat8_2014 年 05 月 31 日
- Landsat8_2013 年 09 月 17 日

2. 反射率計算

反射率計算には U.S. Geological Survey (USGS) Website [26] 内の式(1)を利用した。

式(1)

$$\rho_{\lambda} = \frac{\rho_{\lambda'}}{\cos(\theta_{SZ})} = \frac{\rho_{\lambda'}}{\sin(\theta_{SE})}$$

where:

ρ_{λ} = TOA planetary reflectance

θ_{SE} = Local sun elevation angle. The scene center sun elevation angle in degrees is provided in the metadata (SUN_ELEVATION).

θ_{SZ} = Local solar zenith angle; $\theta_{SZ} = 90^{\circ} - \theta_{SE}$

3. Nodata 値マスク

2. より出てきた反射率画像をそのまま用いて NDVI を計算してモザイクしてしまうと No data の部分の NDVI 値が 0 になってしまう。また NDVI モザイク作成に Maximum を使用すると NDVI がマイナスの部分(水域など)が 0 になり、NDVI 画像として不適切な結果になる。そこで、今回の処理時にはデータがある部分内だけにマスクングの処理を行った。

4. NDVI 計算

正規化植生指数 (NDVI) の計算には以下の式(2)を用いた。

式(2)

$$NDVI = (NIR - R) / (NIR + R)$$

- NIR: 近赤外波長(Band5)
- R: 赤波長(band4)
- NDVI 値: -1~+1

NDVI 指数は -1.0 ~ 1.0 の間の値を出力する。負の値は主に雲、水、雪を示す。0 付近の値は主に岩や地表を意味する。0 ~ 0.1 以下は、岩、砂、または雪に覆われた不毛地帯を表す。中程度 (0.2 ~ 0.3) は低木や草原を表す。

し,高い値(0.6 ~ 0.8)は温帯林および熱帯雨林を示す。

5. 異常値処理

データノイズなどの影響によりNDVIの値が明らかに異常(1から-1に入っていない)であるものが存在したため,今回の処理時にはNDVIが1を超えるものと-1を下回るものをno dataとした。

6. モザイク処理

画像のモザイク時には2枚の画像が重なった部分ではNDVIのMaximumの値が入るようにした。雲の影響を含んだNDVI値は,植生のNDVI値より低くなるため,この方法で雲の影響を含んだデータを減少させることが可能である。これにより,重なった部分では,NDVIの高い方のデータが格納され,雲影響の低減や植生がより活性化している方が使用可能となる。

C. 研究結果

以上より,千葉県全域のNDVIを解像度30mで算出が可能になった。図3に結果を示す。

D. 考察

NDVI算出に当たっての注意点・問題点を下記に示す。

- ① 反射率画像をそのまま用いてNDVIを計算してモザイクしてしまうとNo dataの部分のNDVI値が0になる。またNDVIモザイク作成にMaximumを使用するとNDVIがマイナスの部分(水域など)が0になり,NDVI画像として不適切な結果になる。これらの解決としては,データがある部分のみにマスキングの処理を行う事で解決される。

- ② 季節による緑量の違いを考慮する必要がある。例えば,農地(特に水田)などは稲刈りの時期により,NDVIが大きく異なる。農地を緑として扱う場合には一時点のデータのみでは不相当であると考えられ,複数時期の画像を用いてモザイクすることでNDVIが最も高い(植生が最も活性化している)データが作成となる。また,年間を通してのNDVI平均値を用いる事も今後の検討として挙げられる。

- ③ 対象地域が広域になるほど,雲のかかり方などから制限がかかり,同一時期の衛星画像データの使用が困難である。

E. 結論

以上より,NDVI算出に当たっての注意点・問題点を整理し,千葉県全域のNDVIが算出可能である事がわかった。今後は,算出の対象地域を増やすことで,JAGESなどの大規模疫学調査の健康指標との解析が可能になると考えられる。

F. 研究発表

1. 論文発表
なし
2. 学会発表
なし

知的財産権の出願・登録状況(予定を含む)

1. 特許取得
なし
2. 実用新案登録
なし
3. その他
なし

〈引用文献〉

- [1] Publications of the World Health Organization are available on the WHO website (<http://www.who.int>)
- [2] 世界保健機関, WHO健康開発総合研究センター (www.who.or.jp/urbanheart)
- [3] Villeneuve PJ, Jerrett M, Su JG, Burnett RT, Chen H, Wheeler AJ, Goldberg MS: A cohort study relating urban green space with mortality in Ontario, Canada. *Environ Res.* 2012, 115: 51-58
- [4] Mitchell R, Popham F: Greenspace, urbanity and health: relationships in England. *J Epidemiol Community Health.* 2007, 61: 681-683. doi: 10.1136/jech.2006.053553
- [5] Maas J, Verheij RA, Groenewegen P, de Vries S, Spreeuwenberg P: Green space, urbanity, and health: how strong is the relation?. *J Epidemiol Community Health.* 2006, 60: 587-592. doi: 10.1136/jech.2005.043125.
- [6] Annerstedt M, Ostergren PO, Björk J, Grahn P, Skärbäck E, Währborg P: Green qualities in the neighbourhood and mental health—results from a longitudinal cohort study in Southern Sweden. *BMC Public Health.* 2012, 8 (12): 337-doi:10.1186/1471-2458-12-337
- [7] Taylor A.F., Kuo F.E. Children with attention deficits concentrate better after walk in the park. *JAD.* 2009;12:402–409.
- [8] Kaplan S. The restorative benefits of nature: Toward an integrative framework. *J. Environ. Psychol.* 1995;15:169–182. doi: 10.1016/0272-4944(95)90001-2.
- [9] Berman M.G., Kross E., Krpan K.M., Askren M.K., Burson A., Deldin P.J., Kaplan S., Sherdell L., Gotlib I.H., Jonides J. Interacting with nature improves cognition and affect for individuals with depression. *J AD.* 2012;140:300–305. doi: 10.1016/j.jad.2012.03.012.
- [10] Berman M.G., Jonides J., Kaplan S. The cognitive benefits of interacting with nature. *Psychol. Sci.* 2008;19:1207–1212. doi: 10.1111/j.1467-9280.2008.02225.x.
- [11] Hartig T., Evans G.W., Jamner L.D., Davis D.S., Gärling T. Tracking restoration in natural and urban field settings. *J. Environ. Psychol.* 2003;23:109–123. doi: 10.1016/S0272-4944(02)00109-3.
- [12] Hartig T., Mang M., Evans G.W. Restorative effects of natural environment experiences. *Environ. Behav.* 1991;23:3–26. doi: 10.1177/0013916591231001.
- [13] Hartig T. Green space, psychological restoration, and health inequality. *Lancet.* 2008;372:1614–1615. doi: 10.1016/S0140-6736(08)61669-4.
- [14] Roe J.J., Thompson C.W., Aspinall P. A., Brewer M.J., Duff E.I., Miller D., Mitchell R., Clow A. Green space and stress: Evidence from cortisol measures in deprived urban communities. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 2013;10:4086–4103. doi: 10.3390/ijerph10094086.
- [15] Aspinall P., Mavros P., Coyne R., Roe J. The urban brain: Analysing outdoor physical activity with mobile EEG. *Brit. J. Sport. Med.* 2013 doi: 10.1136/bjsports-2012-091877.
- [16] Thompson C.W., Roe J., Aspinall P., Mitchell R., Clow A., Miller D. More green space is linked to less stress in deprived communities: Evidence from salivary cortisol patterns. *Landscape Urban Plan.* 2012;105:221–229. doi: 10.1016/j.landurbplan.2011.12.015.
- [17] Maas J., van Dillen S.M.E., Verheij R. A., Groenewegen P.P. Social contacts as a possible mechanism behind the relation between green space and health. *Health Place.* 2009;15:586–595. doi: 10.1016/j.healthplace.2008.09.006.
- [18] Branas C.C., Cheney R.A., MacDonald J.M., Tam V.W., Jackson T.D., Have T.R. T. A difference-in-differences analysis of health, safety, and greening vacant urban space. *Amer. J. Epidemiol.* 2011;174:1296–1306. doi: 10.1093/aje/kwr273.
- [19] Kuo F.E., Sullivan W.C. Aggression and violence in the inner city. *Environ. Behav.* 2001;33:543–571. doi: 10.1177/00139160121973124.
- [20] Kuo F.E., Sullivan W.C. Environment and crime in the inner city does vegetation reduce crime? *Environ. Behav.* 2001;33:343–367. doi: 10.1177/00139160121973025.
- [21] Garvin E.C., Cannuscio C.C., Branas C. C. Greening vacant lots to reduce violent crime: A randomised controlled trial. *Inj. Pr*

ev. 2012;19:198–203.

- [22] Maas J., Verheij R.A., de Vries S., Spreeuwenberg P., Schellevis F.G., Groenewegen P.P. Morbidity is related to a green living environment. *J. Epidemiol. Community Health.* 2009;63:967–973.
- [23] De Vries S., Verheij R.A., Groenewegen P.P., Spreeuwenberg P. Natural environments-healthy environments? An exploratory analysis of the relationship between greenspace and health. *Environ. Plan. A.* 2003;35:1717–1732. doi: 10.1068/a35111.
- [24] Van Dillen S.M., de Vries S., Groenewegen P.P., Spreeuwenberg P. Greenspace in urban neighbourhoods and residents' health: Adding quality to quantity. *J. Epidemiol. Community Health.* 2012;66 doi: 10.1136/jech.2009.104695.
- [25] Maas J., Verheij R.A., Groenewegen P.P., de Vries S., Spreeuwenberg P. Green space, urbanity, and health: How strong is the relation? *J. Epidemiol. Community Health.* 2006;60:587–592. doi: 10.1136/jech.2005.043125.
- [26] U.S. Geological Survey website Landsat8 Using Product.
HYPERLINK "http://landsat.usgs.gov/Landsat8_Using_Product.php"http://landsat.usgs.gov/Landsat8_Using_Product.php

図1 NDVI 算出方法

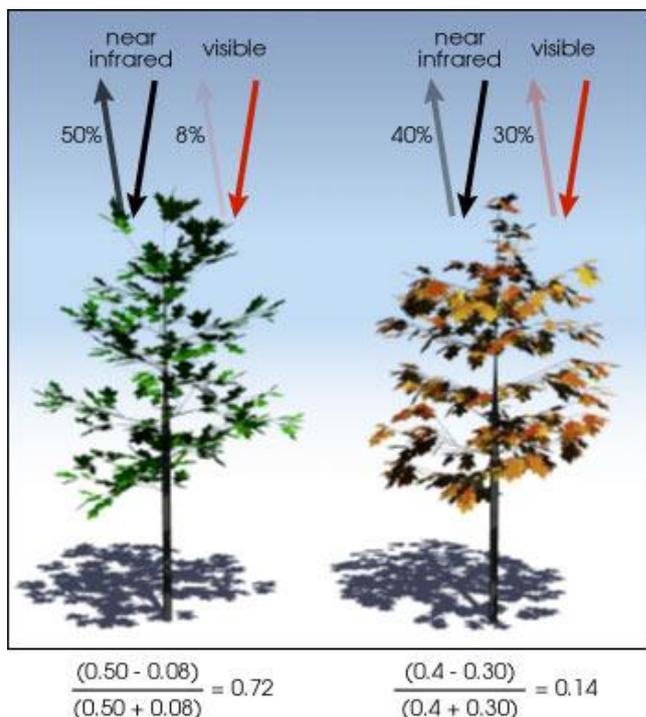


Illustration by Robert Simmon

<http://earthobservatory.nasa.gov/Features/MeasuringVegetation/>

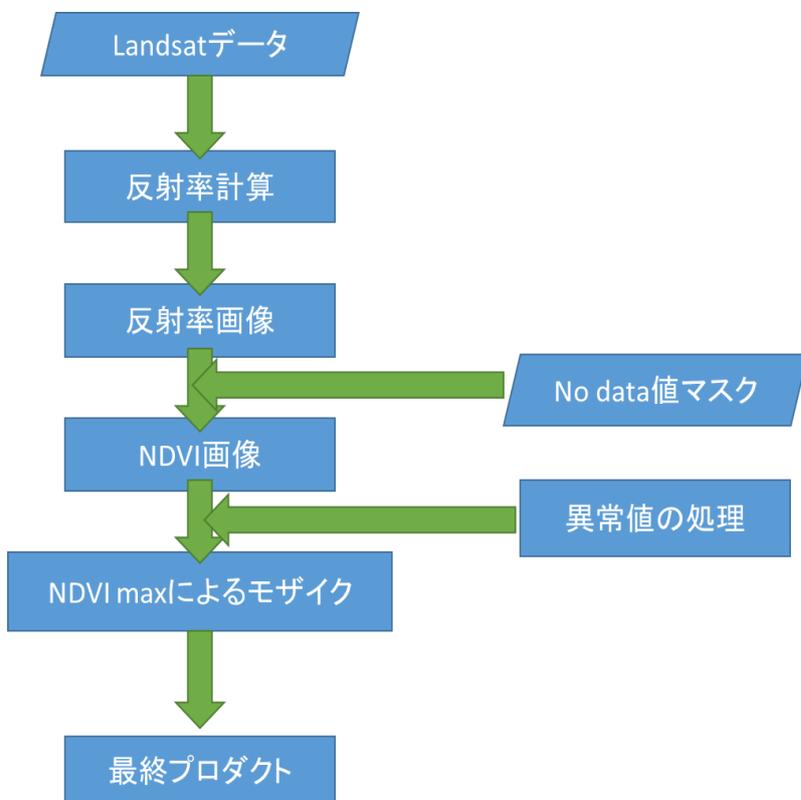


図2 解析のフロー

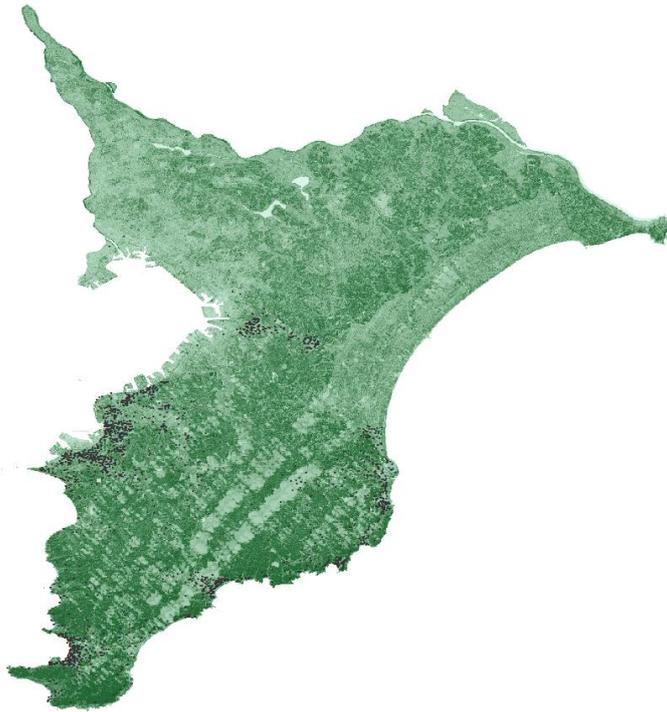


図3 千葉県のNDVI

表1 Landsat8の詳細

Landsat8			
観測機器	バンド	波長	解像度
OLI	1	0.43-0.45 μ m	30m
	2	0.45-0.51 μ m	30m
	3	0.53-0.59 μ m	30m
	4	0.64-0.67 μ m	30m
	5	0.85-0.88 μ m	30m
	6	1.57-1.65 μ m	30m
	7	2.11-2.29 μ m	30m
	8(パンクロ)	0.50-0.68 μ m	15m
	9	1.36-1.38 μ m	30m
TIRS	10(熱近赤外)	10.60-11.19 μ m	100m
	11(熱近赤外)	11.50-12.51 μ m	100m