日緑工誌，J. Jpn. Soc. Reveget. Tech., 49(4), 360–363,（2024）

特集「i-Tree による生態系サービス評価 –実務での活用事例と日本発の新規機能実装への展望 –」

i-Tree Cool Air を用いた柏の葉エリアでの実施と検証

田村伊織*[1)]・貫名　涼[2)]・平林　聡[3)]

1）京都大学大学院　農学研究科
2）京都大学大学院　地球環境学堂
3）米国農務省フォレストサービス/The Davey Tree Expert Company

1.　はじめに

i-Tree ツールの一つである i-Tree Cool Air は，気象局データ，標高，土地被覆，樹木被覆，舗装面被覆データに基づき解析対象地のメッシュ毎の気温，湿度を推定する分布型数理モデル[3)]で，都市緑地が気候に与える効果を定量的に評価することができるツールとして，アメリカを中心にその利用が進んでいる。既往の研究としては，アメリカの都市で樹木被覆が抑制する過度な気温上昇に関連する死亡率を推定した際に i-Tree Cool Air が利用された[4,5)]。これらの研究では，都市の樹木が気温上昇を抑制していることを定量的に評価した。しかしながら，アメリカ以外の国で i-Tree Cool Air が適用された例はほとんどなく，日本国内では皆無である。

本研究では，千葉県柏市「イノベーションフィールド柏の葉」[1)]エリアを対象地に i-Tree Cool Air の入力データを改変し国内で利用可能とする実証を行い，結果が適切であるか実測した気温と比較することでモデルの精度を検証した。

2.　対象地と解析方法

図-1　調査対象地と観測点の分布

2.1　対象地と期間

本研究の調査対象地は、千葉県柏市「イノベーションフィールド柏の葉」である（図-1）。このエリアでは，20 箇所以上の観測点があり，10 分単位で気温，湿度が観測されている[1)]。この気温データを検証に利用した。また，実証期間は 2020 年 7 月 1 日から 7 月 31 日までの 1 ヶ月間とした。

2.2　入力データ

i-Tree Cool Air は，複数のデータを入力して利用するように設計されている。必要となるデータは，基準とする一つの気象観測所の時系列気象データ，標高（DEM, m），樹木被覆率（Tree cover, %），舗装面被覆率（Impervious cover, %），土地利用区分（Land cover），XML ファイル内の水、エネルギーの計算に関するパラメータである。パラメータ以外に関しては ASCII 形式に変換されたラスターマップを用いる。一般にアメリカで用いられる入力データは図-2 のフォーマットの通りであるが，本研究では DEM，Tree cover，Impervious cover，Land cover において国内向けに代替データが必要であった。代替データは以下の図-3 の通りに入手した。

i-Tree Cool Air モデルによる出力は，1 時間ごとの時間解像度で気温分布のラスターマップで表される。モデルは，30m の空間解像度で米国航空宇宙局（NASA）の Landsat 衛星画像から作成され，Multi-Resolution Land Cover Consortium (MRLC)によって提供される National Land Cover Database (NLCD)から土地被覆クラスを取得するように設計されている。これらの MRLC に由来する NLCD の土地被覆クラスは，アメリカで利用可能であるが，世界の他地域では利用できない。従って世界の他地域で利用されている土地被覆クラスを NLCD の土地被覆クラスに書き換えなければ i-Tree Cool Air を実行することはできない。

2.3　土地利用区分の変換

Land cover データは、国土交通省国土数値情報ダウンロードサービスより都市地域土地利用細分メッシュデータ第 3.1

* 責任著者(Corresponding author)：〒606-8502　京都市左京区北白川追分町　E-mail：tamura.iori.82z@st.kyoto-u.ac.jp

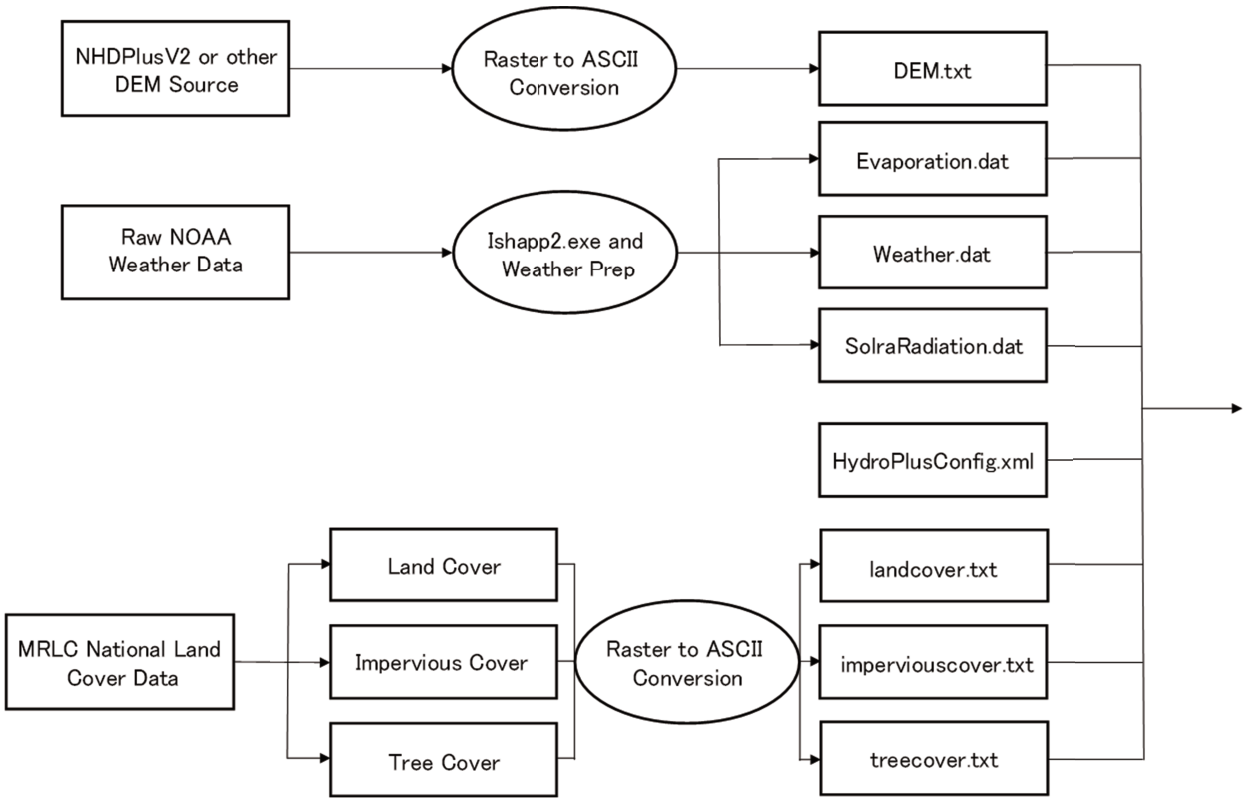

図-2　アメリカにおいて使用されるデータソースとファイル形式（i-Tree HydroPlus Technical Manual[3]内の図を改変）

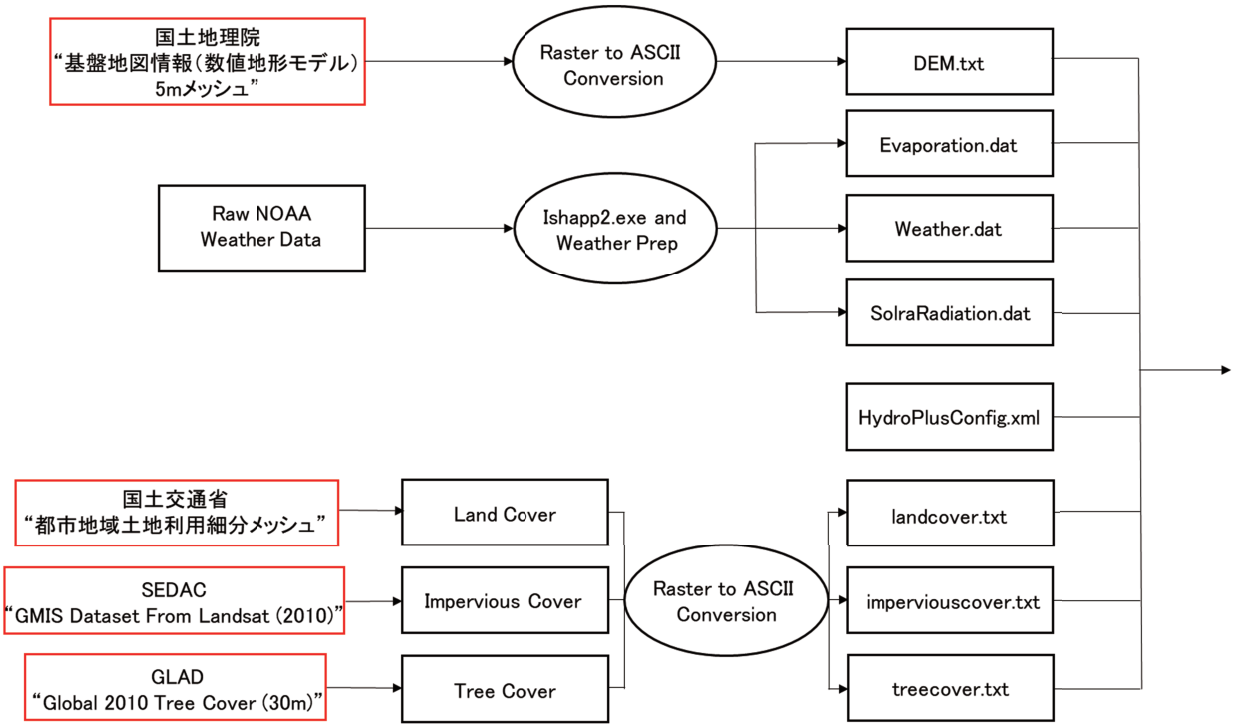

図-3　柏の葉での実証に用いたデータソースとファイル形式

版を用いた。また前述の通り，i-Tree Cool Air モデルでは NLCD の土地被覆クラスを取得するように設計されている。日本の都市地域土地利用細分メッシュデータの土地利用区分は 17 種類に分類されるが，NLCD では Water，Developed，Barren，Forest，Shrubland，Herbaceous，Planted /Cultivated，Wetlands のカテゴリで構成され 20 種類に分類される（表-1）。都市地域土地利用細分メッシュデータの土地利用区分がそれぞれ NLCD のどの分類に当てはまるかを ArcGIS Pro Spatial Analyst ツールの再分類を用いて、再分類した（表-2）。また，それぞれのデータの解像度を一致させるためにピクセルサイズを 30 m に統一しリサンプリングを行った。

3.　結果と検証

3.1　i-Tree Cool Air による出力結果

これら入手データをそれぞれ加工し，ラスターマップをテキスト化した後モデルの実行に成功した。i-Tree Cool Air による出力結果はテキスト形式で出力され，ArcGIS でラスター形式に変換することで気温分布図に表すことができた。結果は，以下の気温分布図のように出力された（図-4）。31 日間における 1 時間ごとの合計 744 枚の気温分布図をシミュレーションした。図-2 は 2020 年 7 月 1 日 14 時の気温分布図である。30 m のセルごとにその地点の予測された気温が表示されており，この時間の最も気温が高い地点では 25.14℃，最も気温が低い地点では 23.74℃を示した。

3.2　出力結果と観測値との比較による検証

出力された値がどれだけ正しいかを実際に観測された気温と比較することで検証した。図-1 中の観測ポイント 1 における地点に一致するセルの値を出力結果 744 枚からすべて抽出し，時系列順に整理した。これと観測ポイント 1 で実際に観測された気温とをグラフに示し比較することで，モデルの精度を確かめた（図-5）。1 ヶ月の単位で見ると気温の起伏の様子など多くの箇所で出力結果と観測値が一致していることが読み取れた。一方，i-Tree Cool Air の出力結果では、グラフが直線的に推移している箇所が見られ，精度が劣る点やエラーが生じている可能性が考えられた。その他複数の観測ポイントでも同様に観測値と比較する検証を行ったが、いずれもグラフは同様の推移を見せた。気温分布の様子や観測値との比較から一定の精度は保証されたと言えるが，数値的な精度の解析は未だ検証中であるため，今後も継続して行う必要がある。

4.　まとめ

今回の実証では i-Tree Cool Air を日本で実行させた初例となった。同様の方法で日本のその他の地域でも i-Tree Cool Air を実行し，緑地と気温分布の関係をシミュレーションする事ができると考えられる。モデル精度の検証や、入力データが適切であったかなどいまだ多くの考察の余地は残されるが，これにより，緑地の持つ気温緩和機能を定量的に評価する手段の一つとして i-Tree Cool Air を利用できるようになった。今後はさらなる検証やモデルの改良が望まれる。

表-1　NLCD コード分類とそれぞれの詳細

Code	Classification description
11	Open Water
12	Perennial Ice/Snow
21	Developed, Open Space
22	Developed, Low Intensity
23	Developed, Medium Intensity
24	Developed, High Intensity
31	Barren Land (Rock/Sand/Clay)
41	Deciduous Forest
42	Evergreen Forest
43	Mixed Forest
51	Dwarf Scrub
52	Shrub/Scrub
71	Grassland/Herbaceous
72	Sedge/Herbaceous
73	Lichens
74	Moss
81	Pasture/Hay
82	Cultivated Crops
90	Woody Wetlands
95	Emergent Herbaceous Wetlands

表-2　土地利用区分データ及び NLCD への変換

コード	種別	Reclassified to NLCD
0100	田	82
0200	その他の農用地	82
0500	森林	43
0600	荒地	31
0701	高層建物	24
0702	工場	23
0703	低層建物	22
0704	低層建物（密集地）	24
0901	道路	24
0902	鉄道	24
1001	公共施設等専用地	21
1002	空地	21
1003	公園・緑地	21
1100	河川地及び湖沼	11
1400	海浜	31
1500	海水域	11
1600	ゴルフ場	21

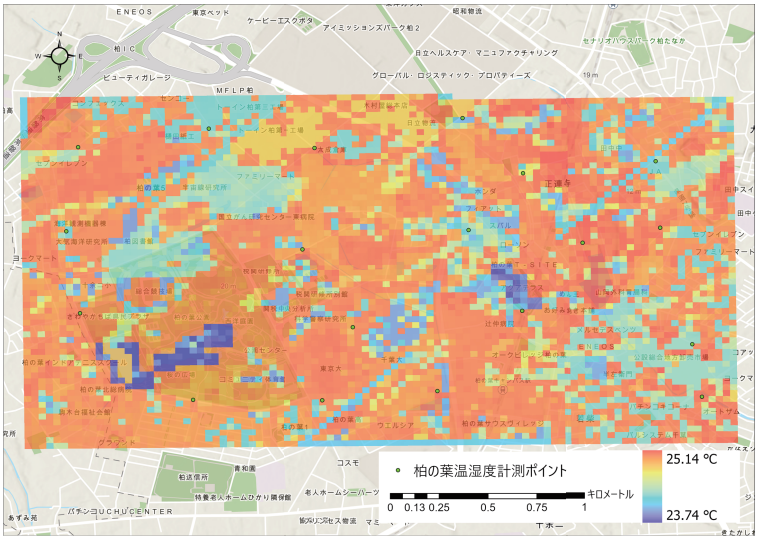

図-4　2020 年 7 月 1 日 14 時の気温分布図

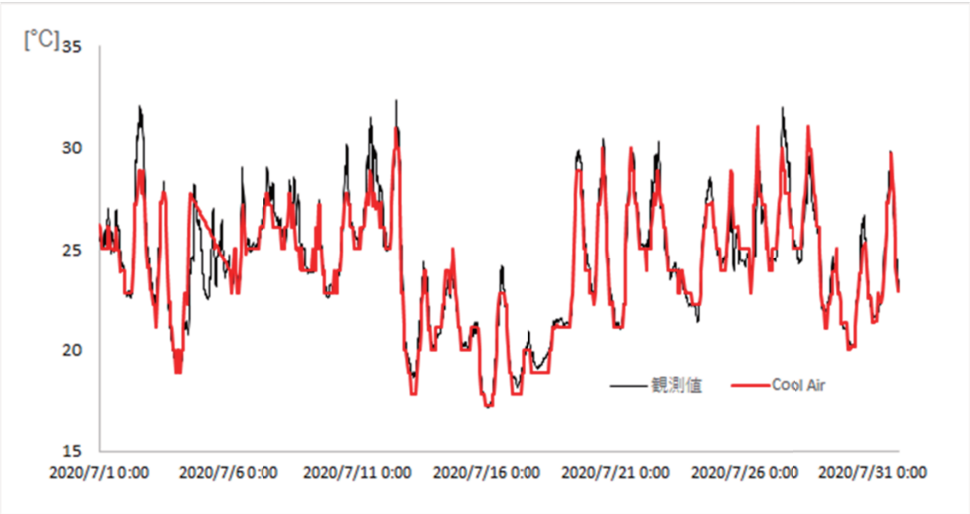

図-5　i-Tree Cool Air と観測値の気温推移

謝辞：本研究の実施にあたって，イノベーションフィールド柏の葉より気温データを提供いただきましたことに，謝意を表します。並びに，研究の遂行に多大なご指導を賜った柴田昌三先生に感謝の意を表します。

引用文献

1）　イノベーションフィールド柏の葉. https://innovation-field-kashiwanoha.jp/ (参照: 2024 年 4 月 2 日).

2）　イノベーションフィールド柏の葉. “柏の葉 i-Tree Cool Air プロジェクト”. https://innovation-field-kashiwanoha.jp/project/22/ (参照: 2024 年 4 月 2 日).

3）　i-Tree (2023) “i-Tree Hydro Plus Technical Manual”. https://www.itreetools.org/documents/514/HydroPlus_TechnicalManual.pdf (ダウンロード：2023 年 4 月 3 日).

4）　Paramita Sinha, Robert C. Coville, Satoshi Hirabayashi, Brian Lim, Theodore A. Endreny, David J. Nowak (2021) Modeling lives saved from extreme heat by urban tree cover. Ecological Modelling, 449.

5）　Paramita Sinha, Robert C. Coville, Satoshi Hirabayashi, Brian Lim, Theodore A. Endreny, David J. Nowak (2022) Variation in estimates of heat-related mortality reduction due to tree cover in U.S. cities. Journal of Environmental Management, 301