大都市近郊の竹林拡大に与える自然的要因の比較評価
－2018 年と 2023 年の神奈川県川崎市多摩区を対象として－

古川 万莉菜*・中山 俊**

Comparative evaluation of natural factors affecting expansion of bamboo forests in the suburbs of large cities
- Targeted at Tama-ku, Kawasaki, Kanagawa in 2018 and 2023 -

Marina FURUKAWA*, Shun NAKAYAMA**

Abstract: This study aimed to clarify the influence of natural factors on the expansion of bamboo forests in suburbs of large cities, using aerial photographs from 2018 and 2023 and focusing on Tama-ku, Kawasaki, Kanagawa. Sixteen bamboo forest locations were extracted, and expansion was quantified by calculating the invasion rate based on changes in polygon area. Six natural factors were calculated using GIS and compared with the invasion rate. The results showed higher invasion rates at sites with moderate slopes (15–25°), south to southeast orientations, elevations of 50–70 m, and proximity to broadleaf forests. Conversely, bamboo stands near roads exhibited lower invasion rates, suggesting that management practices and physical barriers suppress expansion. These findings align with trends reported in existing studies conducted outside suburbs of large cities.

Keywords: 竹林拡大（bamboo forest expansion），放置竹林（abandoned bamboo forest），竹林管理（bamboo forest management），GIS（GIS）

１．はじめに

竹は，その強靭な繊維と柔軟性から，国内外で古くから資源として利用され，竹を活用した産業や竹林の文化的景観が形成されてきた．しかし近年，管理者の高齢化や後継者不足といった要因から，全国的に竹林の放置・荒廃が進んでいる（徳永・荒木，2007；中島，2001）．日本国内で主に生息する地下茎で繁殖する竹は非常に成長が早い為，竹林内に日光が入りにくくなり，地下茎は日光を求めて竹林の外側に繁殖していく．竹林の放置・荒廃はこのような竹の生態的特性から，竹林拡大につながり，一般的に「竹害」と呼ばれるような複合的な課題を引き起こしている．

竹害の例として，地下茎による土砂災害誘発の危険性が挙げられる．竹林の地下では地下茎がネットワーク上に張り巡らされており，地表から 30cm 程度の深さに集中して存在している．そのため，日浦ほか（2004）によると，地盤が安定しにくいことが指摘されており，降雨時に竹林に雨水が浸透することで斜面の不安定化に寄与すると指摘しており，斜面地における竹林は大雨や地震発生時に土砂災害が発生する危険性が高いとされる．平松ほか（1999）によると，実際に高知豪雨災害において土砂災害の被災地域の約 1/3 が竹林地であった．他にも，周辺の農地や山林への侵食，竹林内での生物多様性の低下などが挙げられる．

先行研究では，竹林拡大の自然的要因について多くの研究が進んでいる．斜面傾斜角に関しては，千葉県大喜多町および京都市において 30 度以上の急傾斜地で竹林の拡大が顕著であると報告されている（鈴木，2008；小林，2010）．広島県竹原市小吹地区では，傾斜角 15～29 度の範囲が拡大しやすい要因として挙げられている（鈴木，2010）．愛媛県西条市千町地区においては，拡大方向が斜面下方であることが拡大速度の増大に寄与していた（小笠原ほか，2024）．しかし，竹林の拡大に斜面傾斜角は関係しないとする研究も存在しており（鳥居，2002；甲斐・辻井，2004），一貫した傾向は見られない．斜面方位については，京都市では南～東向きの斜面で，宮崎県高岡町内山地区において北～東～南向きで拡大の傾向があったが，宮崎県高岡町楠見地区では斜面方位の関連は認められなかった(小林，2010；大野ほか，2002)．標高に関しては，大阪府岸和田市において標高 50～100m の範囲で拡大が顕著であった(大野ほか，2002)．竹林周辺の植生に関連しては，大阪府岸和田市では，広葉樹林，針葉樹林，荒地の順で竹林が拡大しやすいとされている（大野ほか，2002）．千葉県大喜多町では，1966～1974 年にかけては常緑針葉樹林や常緑落葉樹林，低木林の順で，1984～2001 年においては落葉広葉樹林，草地，常緑針葉樹林の順で

* 学生会員 専修大学ネットワーク情報学部（Senshsu University）
〒214-8580 神奈川県川崎市多摩区東三田 2-1-1 Tel：044-712-7772 または
E-mail：ne221171@senshu-u.jp
** 正会員 専修大学ネットワーク情報学部 (Senshu University)

竹林への転換が生じていた（鈴木 2008）．また鬼束ほか（2011）によると，千葉県において，モウソウ竹林の拡大に関する要因の寄与度に関する研究では，拡大箇所の植生，拡大箇所の傾斜方位，群落形状，拡大箇所の傾斜角，道路からの距離の順で寄与度が高く，この 5 要因からの拡大判別モデルの判別的中率は 68.6%である．

以上のように，自然的要因における竹林拡大の傾向は地域によって異なり，概ね斜面方位は南向き，標高は 50~100m で拡大傾向が見られるが，各研究において用いられたデータや手法の違い，地域性などの影響から，すべての地域で一様にそれらの拡大しやすい条件が認められるわけではない．また，これまで竹林拡大に関する研究の多くは，都市から離れた農村地域やタケノコ生産地，山麓部を対象としており，大都市近郊における竹林拡大の傾向の評価はされていない．大都市近郊の緑地量は少なく，その相対的価値は高い．しかしそこでの竹林の荒廃・拡大は，生活圏と隣接する場所にあるため土砂災害リスクが高く壊滅的な影響を及ぼす危険性がある．本研究では，竹林拡大に影響を与えるとされる，また拡大寄与度の高い要因の，竹林周辺の植生，拡大箇所の傾斜角，竹林の形状，道路からの距離，斜面方位，標高について，大都市近郊の竹林の拡大，面積変化と併せて比較評価を行う．本研究で，大都市近郊における竹林拡大の自然的要因の傾向を明らかにし，防災や緑地管理に繋げることを目的とする．

２．研究手法

本研究では，調査地の竹林として，環境省自然環境局生物多様性センターで提供されている自然環境調査 Web-GIS（http://gis.biodic.go.jp/webgis/index.html）から，植生調査（1/25,000 縮尺）にて確認された現存する竹林を対象とする．竹林分布の同定には，GoogleEarth(Google 社)で提供されている 2018 年 4 月 2 日と 2023 年 4 月 9 日の２時期の航空写真を用いる．

竹林の面積変化の指標として，鳥居・井鷺（1997）の研究を参考に，2018 年の竹林面積 A_{before},2023 年の竹林面積 A_{after}，解析年数 y から，年間拡大率 AER を算出した．

$$AER = \left(\frac{A_{after}}{A_{before}}\right)^{1/y}$$

QGIS を用いて，2018 年と 2023 年の二時期の竹林ポリゴンの差分演算を行い，非竹林から竹林に変化した拡大箇所を出力した．鬼束（2011）を参考に，拡大面積を S_1，拡大フロントを l，解析年数 y から，拡大箇所から侵略度（m/year）を算出した．

$$侵略度 = \frac{S_1}{l \cdot y}$$

拡大フロント部分は，拡大面積 S_1 の外縁のうち，2018 年の竹林ポリゴンの外側の線のことを指し，2018 年の竹林から進出した先端部分のことである．侵略度の値が大きいほど竹林が急速に拡大していることを指す．

竹林ごとの拡大場所に対し，以下のように自然的要因を抽出する．拡大箇所が複数ある竹林に関しては，拡大面積が最大の箇所について抽出し，その竹林の代表値とする．竹林の形状については，鬼束ほか（2011）を参考に，竹林の面積 St，竹林の周長 Lt，自然対数 ln から，フラクタル計算式を用いた．フラクタルの値が大きいほど竹林の形状が複雑であることを指す．

$$フラクタル = \frac{\ln(St)}{\ln(Lt)+\ln(0.25)}$$

拡大箇所の植生は，2018 年の GoogleEarth 航空写真，植生調査（1/25,000 縮尺）と差分ポリゴンを重ね合わせ，侵入前の優占植生を目視も併せて判定する．複数種の植生が混在する際は最大面積の植生を採用する．道路からの距離は，国土地理院が提供するベクトルタイルから道路線のデータを用いて，拡大フロントから最近接道路までの直線距離を算出する．拡大箇所の傾斜角および傾斜方位は，国土地理院の数値標高モデル（DEM, 5m メッシュ）を基に，拡大ポリゴンを重ね合わせ，各拡大箇所に傾斜角ラスタの平均値，傾斜方位ラスタは方位を 90 度ずつ 4 方位に再分類し，最頻値を代表値として算出した．標高は，数値標高モデル（DEM，5m メッシュ）から標高ラスタを作成し，拡大箇所ポリゴン対し，標高ラスタを重ね合わせ，各拡大箇所に含まれる画素の平均値（mean）を標高の代表値として取得した．これら 6 つの自然的要因について，侵略度との関係を調べるために，相関係数と p 値を求めた． 相関係数を求める際，質的変数の傾斜方位については 4 方位に，植生については広葉樹林，その他の植生，緑の多い住宅地，市街地に分類しダミー変数を作成した．

３．ケーススタディ

３.１　対象地域と概要

本研究では対象地域を神奈川県川崎市多摩区とした．本地域は東京近郊の居住地として都市開発，市街地化が進められ，人口密度が高い都市である一方で，多摩川や多摩丘陵を中心に都市公園・緑地が点在しており，都市と自然が隣接し共存する環境を有している．特に多摩丘陵は，首都圏近郊において連続した樹林地が残された数少ない地域であり，竹林が確認されている．また多摩川崖線軸に沿って緑地が形成されており，ここに属する竹林は斜面に存在している．最高標高は 120m 程度と低標高地域である．本地域 16 箇所の竹林について，航空写真から，鳥居・上村（2018）を参考に，Google Earth にて竹林ポリゴンを作成した．作成した竹林ポリゴンから QGIS を用いて面積を算出し,二時期の面積の変化を確認した．

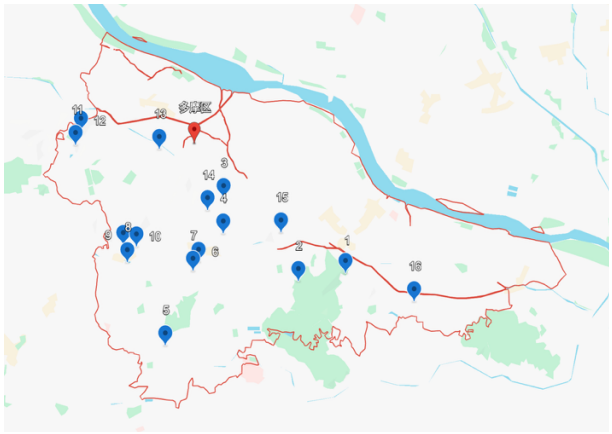


図 1　対象地域（神奈川県川崎市多摩区）と
調査地 16 箇所

3.3　竹林面積変化について

竹林面積の変化について，表 1 より，最小 AER は 0.99（10．読売ランド前駅周辺北東）で縮小が確認されたが，それ以外は AER1 以上で停滞・拡大が確認された．最大 AER は 1.26（1．飯室山周辺）であり，区内合計の AER は 1.06 となった．これは区内で竹林面積が年 6%増加していることを指す．この拡大率が一定だと仮定すると，2018 年から 12 年後の 2030 年の竹林面積は，初期面積×$(1.06)^{12}$= 初期面積×2.01 で，約 2 倍になると予測される．

3.4　自然的要因について

本研究で抽出した 16 箇所の竹林拡大箇所について，侵略度と自然的要因の傾向を明らかにした．侵略度の値は 0.23～5.89m/年の範囲に分布し，平均は 1.43m/年であった．特に 14．生田排水池周辺（5.89m/年），4．生田東高校周辺南西（3.21m/年）において侵略度が突出して高く，竹林の急速な拡大が確認された．相関分析において，全ての説明変数で有意な差は示されなかった(p=0.05)．しかし，道路からの距離，傾斜角，周辺植生，斜面方位，標高について以下の傾向が明らかになった．道路からの距離について，道路に近接（10m 未満）した竹林では侵略度が 0.2～0.3m/年程度と低く、道路から離れた箇所（50～100 m 以上）では侵略度が高まる傾向が認められた．傾斜角との関係では，15～25°程度の中程度の傾斜地で侵略度が高くなる傾向が確認された．周辺植生について，広葉樹林に隣接する竹林で侵略度が高かった．斜面方位について，侵略度が高いのは南～南東の斜面であり，北東・北向き斜面では侵略度が低い傾向が見られた．標高について，50～70 m 程度の地点で侵略度が高い傾向が見られた．

4．考察

本研究の分析から，自然的要因による竹林の侵略度の傾向を確認した．侵略度が高かった 4．生田排水池周辺，14．生田東高校周辺南西は，いずれも道路からの距離が大きく，15～25°程度の中程度傾斜に立地し，さらに広葉樹林

表 1　2018 年－2023 年の面積変化（AER 昇順）

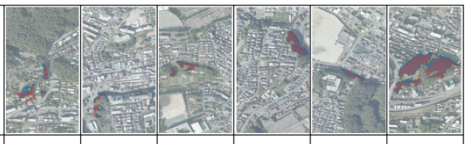
写真						
エリア番号	10	6	5	7	3	15
エリア名	読売ランド前駅周辺北東	三田第二公園	百合ヶ丘高校周辺北東	三田第二公園周辺南西	太田ハイツ周辺	日向山周辺
面積(2018)(m²)	2881.8	1323.2	2096.5	3450.1	1128.1	14306.9
面積(2023)(m²)	2707.4	1306.2	2155.6	3758.5	1230.6	15645.5
AER	0.99	1.00	1.01	1.02	1.02	1.02

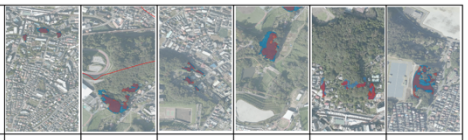
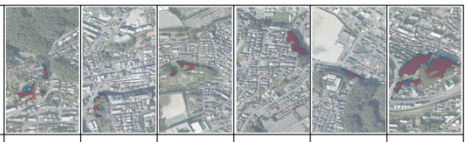
写真						
エリア番号	8	12	13	11	9	14
エリア名	読売ランド前駅周辺南	読売ランド周辺北東	法泉寺周辺	読売ランド周辺南東	読売ランド前駅周辺北	生田排水池周辺
面積(2018)(m²)	2096.8	5025.3	1726.9	4471.1	2259.0	4067.8
面積(2023)(m²)	2630.1	6316.3	2234.7	6288.5	3193.6	6212.2
AER	1.05	1.05	1.05	1.07	1.07	1.09

写真						
エリア番号	10	6	5	7	3	15
エリア名	読売ランド前駅周辺北東	三田第二公園	百合ヶ丘高校周辺北東	三田第二公園周辺南西	太田ハイツ周辺	日向山周辺
面積(2018)(m²)	2881.8	1323.2	2096.5	3450.1	1128.1	14306.9
面積(2023)(m²)	2707.4	1306.2	2155.6	3758.5	1230.6	15645.5
AER	0.99	1.00	1.01	1.02	1.02	1.02

＊背景写真は国土地理院の
全国最新写真（シームレス）を同縮尺で使用
＊凡例　：2018　：2023

表 2　侵略度の自然的要因の相関係数とその p 値

	相関係数	p値
道路からの距離	0.28	0.29
傾斜角	0.21	0.44
標高	0.14	0.61
形状	-0.34	0.20
傾斜方位_北	-0.28	0.29
傾斜方位_東	0.41	0.12
傾斜方位_南	-0.13	0.64
植生_広葉樹林	0.47	0.06
植生_その他植林	-0.1	0.71
植生_緑の多い住宅地	-0.18	0.50
植生_市街地	-0.32	0.23

表３　各竹林の最大拡大箇所の自然的要因

各竹林代表値						
エリア番号	1	2	3	4	5	6
エリア名	飯室山広場周辺	専修大学生田校舎周辺	太田ハイツ周辺	生田東高校周辺南西	百合ヶ丘高校周辺北東	三田第二公園
拡大面積(m^2)	923.7	1457.6	211.0	1689.2	174.7	192.0
拡大フロント(m)	144.5	311.5	185.7	105.3	148.1	87.1
侵略度	1.28	0.94	0.23	3.21	0.24	0.44
周辺植生	広葉樹林	広葉樹林	緑の多い住宅地	広葉樹林	市街地	広葉樹林
傾斜角(°)	23.91	22.28	6.05	23.59	9.52	19.95
形状	1.52	1.53	1.74	1.53	1.62	1.59
道路からの距離(m)	97.71	28.14	3.07	53.52	8.10	73.32
斜面方位	南東	東	北東	北東	南	西
標高(m)	55.07	55.00	25.80	60.48	79.39	53.48
エリア番号	7	8	9	10	11	12
エリア名	三田第二公園周辺南西	読売ランド前駅周辺南	読売ランド前駅周辺北	読売ランド前駅周辺北東	読売ランド周辺南東	読売ランド周辺北東
拡大面積(m^2)	314.2	330.6	742.5	465.4	1966.0	752.5
拡大フロント(m)	190.3	106.8	157.9	67.6	268.9	132.5
侵略度	0.33	0.62	0.94	1.38	1.46	1.14
周辺植生	市街地	緑の多い住宅地	広葉樹林	緑の多い住宅地	その他植林	アズマネザサ・ススキ群集
傾斜角(°)	12.92	14.30	21.07	22.55	24.28	24.32
形状	1.79	1.70	1.54	1.56	1.83	1.63
道路からの距離(m)	29.25	27.49	41.87	50.45	101.08	16.15
斜面方位	北東	北	南	南東	東	南東
標高(m)	43.65	52.04	76.25	74.18	74.56	54.37
エリア番号	13	14	15	16		
エリア名	法泉寺周辺	生田排水池周辺	日向山周辺	妙楽寺周辺		
拡大面積(m^2)	127.7	794.9	520.8	1778.1		
拡大フロント(m)	74.4	27.0	193.2	238.0		
侵略度	0.34	5.89	0.54	1.49		
周辺植生	残存・植栽樹群地	広葉樹林	市街地	広葉樹林		
傾斜角(°)	27.86	17.90	15.65	34.70		
形状	1.54	1.49	1.62	1.68		
道路からの距離(m)	20.18	59.90	90.81	61.33		
斜面方位	北東	南東	北東	北東		
標高(m)	42.27	54.11	45.22	47.83		

に隣接する南～南東斜面に位置していた．これらの条件は，鬼束ほか（2011），鈴木（2010），大野ほか（2002）で部分的に指摘されており，既存研究と重なる結果となった．道路との関係について，鬼束ほか（2011）が，道路が物理的障壁や人為的管理の影響により拡大を抑制すると述べているように，本研究でも道路近接地で侵略度が低下することが示された．これは，管理が拡大を制限する働きをするという人為的要因の影響に繋がると考えられる．標高についても，50～70 m で侵略度が高く，大野ほか（2002）より，標高 50～100 m で拡大が顕著である結果と対応しており，対象地である多摩丘陵の地形特性に依存していると考えられる．また周辺植生の広葉樹林について，要因の中で最も相関係数が高く p 値も低く，拡大傾向が認められた．広葉樹は成長に時間を要するため，先に述べた竹の生態的特性により竹が優位に成長，繁殖していると考えられる．以上より，本研究の結果は都市から離れた地域やタケノコ生産地，山麓部といった地域での既存研究で示された傾向と重なる部分があるとともに，大都市近郊という特性から，自然的要因と人為的要因の双方を考慮する必要性を示している．

５．おわりに

本研究では，大都市近郊における竹林拡大を対象とし，侵略度と自然的要因との関係を明らかにした．その結果，道路からの距離，中程度傾斜，南～南東斜面，標高 50～70 m といった条件で侵略度が高まる傾向が確認され，既存研究で報告された大都市以外の地域での傾向と一致する部分が示され．大都市近郊においては管理などの人為的要因が拡大を抑制する要因として作用していることが考えられた．今後は，自然的要因と人為的要因を統合的に捉え，都市近郊に適した管理方策の検討が求められる．

謝辞

本研究を遂行するにあたり，竹林整備団体「かわさきあかり」の皆様には多大なるご協力を賜った．現地調査では竹林の現状と課題についてご教示を頂戴した．ここに記して謝意を表する．

参考文献

徳永陽子・荒木光（2007）竹林と環境.「京都教育大学環境教育研究年報」，**15**，99-123.

中島章文（2001）都市近郊における竹林の管理・経営の実態：京都市近郊のタケノコ生産地を事例にして.「森林応用研究」，**10**（1），1-7.

日浦啓全・有川崇・バハドゥールドゥラドゥルガ（2004）都市周辺山麓部の放置竹林の拡大にともなう土砂災害危険性.「日本地すべり学会誌」，**41**（4），323-334.

平松晋也・石川芳治・三好岩生・千葉淳（1999）1998 年 9 月高知県集中豪雨による土砂災害の実態 （速報）.「砂防学会誌」，**51**（5），43-47.

鈴木重雄（2008）タケノコ生産地域における竹林の分布拡大過程：千葉県大多喜町の事例.「植生学会誌」，**25**（1），13-23.

小林勇介（2010）GIS を用いた竹林の分布変化の研究.「地理学論集」，**85**（1），42-50.

鈴木重雄（2010）竹林の分布拡大過程における土地利用履歴の影響.「地理学評論 Series A」，**83**（5），524-534.

小笠原良・時任美乃理・淺野悟史・西前出・檀浦正子（2024）竹林の拡大評価における UAV および SfM-MVS による画像解析の活用.「環境情報科学論文集」，**38**（38），215-220.

鳥居厚志（2002）周辺二次林に侵入拡大する存在としての竹林.「日本緑化工学会誌」，**28**（3），412-416.

甲斐重貴・辻井美香（2004）GIS を用いた九州南部地域の里山における竹林拡大の時系列的変化と要因の検討：宮崎県高岡町の事例.「宮崎大学農学部研究報告」.**50**，73-83.

大野朋子・加我宏之・下村泰彦・増田昇（2002）大阪府岸和田市における竹林の拡大特性に関する研究.「ランドスケープ研究」，**65**（5），603-608.

鬼束大平・加藤顕・小林達明（2011）千葉県におけるモウソウチク林群落拡大モデルに関する基礎的研究.「日本緑化工学会誌」,**37**（1），90-95.

鳥居厚志・井鷺裕司（1997）京都府南部地域における竹林の分布拡大.「日本生態学会誌」，**47**（1），31-41.

鳥居厚志・上村巧編（2018）広がる竹林をどうしよう?という時に：放置竹林の把握と効率的な駆除技術.『森林研究・整備機構森林総合研究所関西支所』