

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 8 月 10 日現在

機関番号：18001

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2016

課題番号：24710168

研究課題名（和文）亜熱帯型環境共生住宅地の土地利用規制に関する研究 沖縄らしい基地跡地開発に向けて

研究課題名（英文）A Study of Eco-friendly housing regulation in Sub-tropical climate in Okinawa

研究代表者

小野 尋子 (ONO, Hiroko)

琉球大学・工学部・准教授

研究者番号：20363658

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,800,000円

研究成果の概要（和文）：沖縄県的美浜ハイツは環境共生住宅地の緑道整備及び協定を有していた。緑道及び民有地内の緑化地を合わせると、緑被率は17%となる。近接する一般市街地での緑被率が7%程度である事と比較すると、環境共生型の整備には一定の効果があったと言える。しかし、緑道による夏季の温度低減効果も、樹木等による風速の低下により、体感温度では効果が出ない。空調使用等の暮らし方までの波及効果を考えると、建築計画と市街地計画を連動させる事が重要であることがわかった。

研究成果の概要（英文）：Mihama district 2 has a regulation for eco-friendly development. In there, it has been planned enough open spaces between each low-rise houses. The total greening space calculated by aerial photograph, is amounted 17%, and it is much high than the surrounding housing area's number 7%. According to this number, this regulation was effective to make green spaces. But blocking breeze by the dense brunch, the comfortable cool air of the tree shade could not effectible to get down the thermal sensation. To be more effective, the selections of trees, pavement material, and enough shade are important. And considering the questionnaire of resident life style, the interconnection of housing plan and site plan is most important to decrease energy cost in summer.

研究分野：都市計画

キーワード：環境共生型住宅 亜熱帯 緑化 土地利用規制

1. 研究開始当初の背景

近年、亜熱帯地域は人口増加と社会の高度化により二酸化炭素の排出量が著しく増加している。そこで亜熱帯型の環境共生のあり方を考えることは世界的に重要な課題であり、全国で唯一亜熱帯型の沖縄での検証は意義がある。

2. 研究の目的

本研究では、沖縄県にある国土交通省の環境共生住宅市街地モデル事業で環境緩和策として緑道がある住宅地とそうでない場所で温熱環境と居住者の生活行為を比較調査し、亜熱帯地域の住宅街区計画に有効な要素について考察を行うことを目的とする。

3. 研究の方法

調査地区は、環境緩和策の有無による違いをみるため、環境共生住宅市街地モデルとそうでない一般的な住宅地を選んだ。前者は北谷町美浜にある「美浜ハイツII」である。事業主体は沖縄県住宅供給公社で平成9年度の全建賞を受賞している。住宅敷地は、ほぼ方形であり、総面積は15,552㎡である。東西方向に住宅が立ち並び、敷地内の環境共生の工夫に中央部に南北方向の広場と東西方向に緩やかに蛇行する幅員5.5mの2本の緑道が設けられている。緑道は表面材に琉球石灰岩、白セメントと混和液を材料とする透水性舗装が施されている。この広場と緑道の配置により亜熱帯地特有の蒸暑さ解消のための風の通り道として、環境負荷低減を図っている。1) 後者はその北西約6km先にある北谷町宮城の住宅地(以下、宮城地区)である。風や日射の状況をそろえるために宅地割が美浜ハイツIIと同じ東西方向の場所を調査対象地区とした。特徴として芝生を被覆材とした公園が隣接している。

調査は、住宅敷地内の夏季と冬季の温熱環境の実測・窓の開閉や緑道の使い方など生活実態を把握するため暮らし方に関するアンケート調査を行った。実測は4名で行い、各人が3点ずつ順に測定していく方法をとった。1回の測定に要する時間は15分程度の短時間であり、この間の気温変化は無視できるものと見なして時間経過に伴う補正は行わなかった。実測場所の概要について図1、2と測定項目を表1に示す。

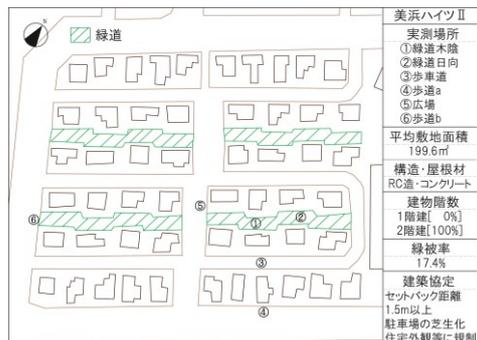


図1 美浜ハイツ



図2 宮城地区

表1 測定項目

測定項目	測定高さ	実測方法
気温	胸の高さ	60分間隔で測定
湿度	胸の高さ	60分間隔で測定
グローブ球温度	胸の高さ	移動して15分後の温度
表面温度	地表面から 20cm	60分間隔で測定
風速	地上1.5m	3分間測定した平均風速
風向	—	各測定者が3分間の最頻風向を体感により記録

4. 研究成果

グローブ温度、地表面温度、風速、風向の結果を図3~6と表2に示す。グローブ温度は美浜ハイツIIについては①緑道木陰が他の実測場所よりも温度が低かった。①緑道日陰の9月5日11~15時の平均温度は32.9℃に対し、②緑道日向は39.9℃と7℃も差があり、これは他の場所とほとんど変わらない値を示した。宮城地区は9月5日の日中②歩道aが時間によって温度にばらつきがあるものの平均温度は全体として大きな差はない。両住宅地を比較すると、美浜ハイツIIの①緑道木陰を除けば両者差は小さく、美浜ハイツIIよりも宮城地区の方が若干温度が低い。9月5日の地表面温度も美浜ハイツIIの①緑道木陰は他と比べて16℃以上低くなっている。地表面温度は宮城地区の方が平均して高いが、宮城地区⑤公園の温度は17時から美浜ハイツII①緑道木陰を抜いて一番低い値を示している。⑤公園は18~20時の平均地表面温度は26.7℃と①緑道木陰31.4℃と4.7℃差、一番高い美浜ハイツII④歩道a38.6℃と11.9℃差になっている。また、①緑道木陰は9月5日11~15時と18~20時の平均どちらも31.4℃、12月5日は21.3℃と19.4℃で1.9℃差と一日を通して温度が安定している。②緑道日向は両日とも日中は木陰以外の場所と温度は変わらないが、18時以降からは木陰の温度と近い値を示した。風速は美浜ハイツIIの9月5日の①緑道木陰・②緑道日向各平均風速は他と比べて低い。これは緑道が蛇行し、且つ植栽の影響で風が弱まったと考えられる。高木・中木に覆われ日射が遮蔽された①緑道木陰は温度を下げる効果が期待できるが、緑化により風速は低下し

ている。また、夏季における美浜ハイツⅡの緑道沿いの住宅は緑道を通じた風が樹木の蒸散作用と木陰部の地表面温度低下により、冷やされた風が室内に取り込まれることが理想だが、北面開口部が小さく、特に緑道北側に接する住宅は夏季の西側から流れ込む緑道からの風が取り込みにくくなっている。以上の結果より温熱環境を緩和させるためには、緑地の日陰面積を出来るだけ大きくとり、風量を確保できるような植栽の位置や量、住宅街区内の道の配置と被覆材を十分に検討する必要がある。また住宅設計時に風の流れを考慮した開口部の設計が重要である。

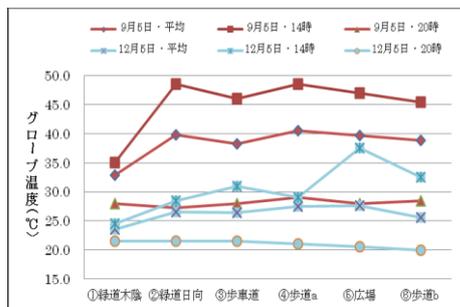


図3 美浜ハイツⅡ グローブ温度

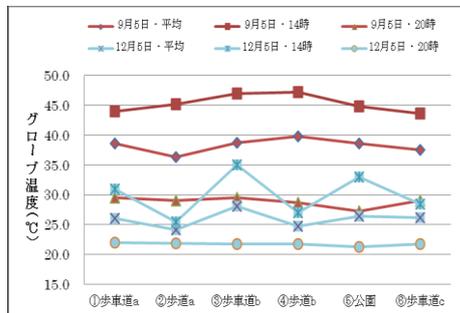


図4 宮城地区 グローブ温度

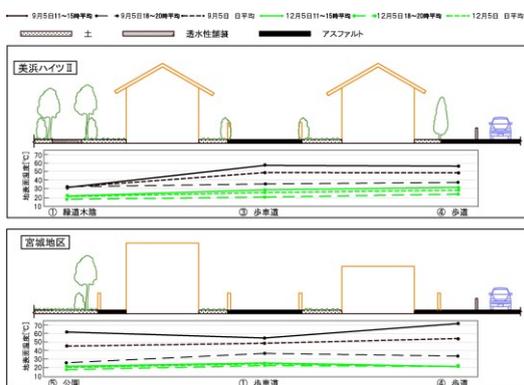


図5 地表面温度 概要



図6 風向

表2 平均風速 [m/s]

美浜ハイツⅡ	9月5日	12月5日	宮城地区	9月5日	12月5日
①緑道木陰	0.49	0.66	①歩車道 a	0.71	1.21
②緑道日向	0.41	0.45	②歩道 a	0.65	0.98
③歩車道	1.01	0.77	③歩車道 b	0.91	0.55
④歩道 a	0.49	1.33	④歩道 b	0.78	1.29
⑤広場	0.69	0.55	⑤公園	0.85	0.84
⑥歩道 b	1.30	0.51	⑥歩車道 c	0.89	0.58

実測結果を用いて下式から作用温度 OT を求めた。

$$OT = \frac{hc \cdot ta + hr \cdot tr}{hc + hr}$$

hc:対流熱伝達率(W/m ² ・°C)	tr:平均放射温度(°C)
hr:放射熱伝達率(W/m ² ・°C)	[tr = tg + 2.4√v × (tg - ta)]
ta:気温(°C)	v:風速(m/s)
	tg:グローブ温度(°C)

作用温度の結果を表3に示す。美浜ハイツⅡの①緑道木陰は温度が低く、特に9月5日には一番温度の高い美浜ハイツⅡの⑥歩道 b と約16°Cの差がある。12月になると①緑道日陰も他の実測場所との温度差が小さくなっている。美浜ハイツⅡと宮城地区の両住宅地を比べてみると①緑道日陰を除く、各住宅地全体の温度は9月、12月共に宮城地区の方が低い。

表3 平均作用温度

美浜ハイツⅡ	①緑道木陰	②緑道日向	③歩車道	④歩道a	⑤広場	⑥歩道b
9月5日	34.7	45.0	47.2	46.5	47.0	50.6
12月5日	23.7	28.2	28.3	30.4	30.4	26.4

宮城地区	①歩車道a	②歩道a	③歩車道b	④歩道b	⑤公園	⑥歩車道c
9月5日	46.6	41.5	46.3	46.9	47.1	44.4
12月5日	28.4	24.9	29.4	25.7	28.5	27.3

また、温冷感指数 TSI と set*を用いて温冷感を求めた。(図7、8) 9月5日の12~15時に緑道以外は「極端に暑い」「非常に暑い」時間帯がある。それに対して①緑道木陰は「やや暑い」、②緑道日向は「暑い」と暑さをやや和らげている。しかしグローブ温度、地表面温度など他と比較して非常に低い値を示した①緑道木陰が「涼しい」「やや涼しい」という結果には至っていない。温度だけで見ると①緑道木陰は温熱環境緩和の効果期待出来たが、緑道内では風速低下が起こり暑さを感じるようになったと考えられる。また、同日の宮城地区④歩道 b だけが18~20時の3時間連続して「やや涼しい」になった。この時間帯の温度は他の実測場所と変わらないが風速は比較的高い。これらの結果から人が快適だと感じる環境をつくるためには風の通りの設計が重要だということが分かる。

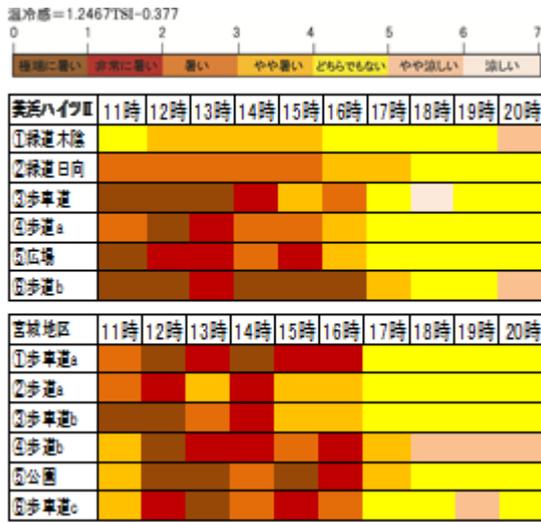


図7 9月5日 温冷感 (TSI 算出)

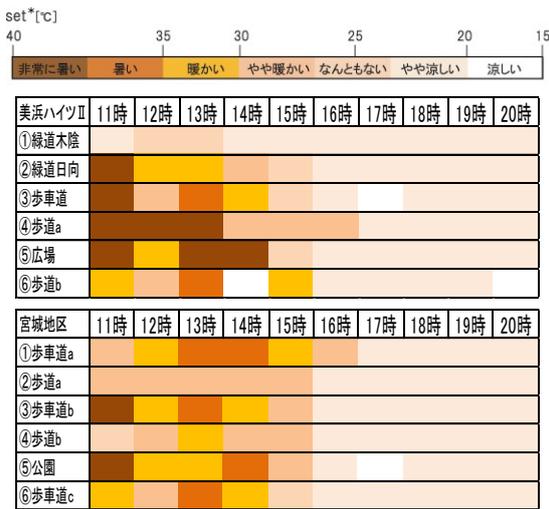


図8 12月5日 温冷感 (set*算出)

次に、夏季の暮らし方アンケート調査を実施した。調査対象は美浜ハイツⅡの全53住戸、宮城地区は調査対象地区でそれに相応する数を対象とした。

配布・回収状況は表4の通りである。

表4 アンケート配布・回収状況

調査地区	配布数	回収数	回収率
美浜ハイツⅡ	53	19	35%
宮城地区	57	22	38%

1) 窓の開閉とクーラーの使用

窓を開けることへの不満は美浜ハイツⅡの方が低い(表5)しかし日中は美浜ハイツⅡより宮城地区の方が窓を開ける割合が高く、美浜ハイツⅡ内で住居を緑道隣接状況別で比較すると、緑道に隣接無の方が隣接有より一日を通して窓を開けて生活していることがわかる。(表6)特に宮城地区は南側道路に接する住宅は日中94.5%窓を開けて生活している。これは北側接道の住宅より約35.7%高い結果となった。沖縄の伝統的集落は「南入一列型住宅地割り」と呼ばれ、住宅

敷地の南側に路地を設けて南北に敷地が接しないようになっている。(4) 亜熱帯型に適した住宅地は南側に風を取り入れやすい空地と開口部をとることが窓を開ける生活に繋がりやすいということが分かる。また日中クーラー使用率は美浜ハイツⅡの南側接道は23.1%宮城地区の南側接道の住宅が16.5%に対し宮城地区北側接道は74.1%と高くなっている。

2) 緑道の評価と利用

美浜ハイツⅡは緑道から住宅へアプローチするような計画だが、実際は緑道から出入りする割合は12.5%と非常に低く(図9)ほとんどは緑道の裏側に位置する駐車場から出入りしている。緑道で気に入っていることを緑道隣接の有無で比較すると、緑道隣接有の方が全体的に評価が高く、両者とも住宅地に緑が多いことの評価を得ていると言える(図10)。また、緑道の利用率は隣接有が買い物で緑道を使用する割合が高くなっていることが特徴的である。(図11)これらの結果は緑道へのアクセスのしやすさが要因として考えられる。しかし、緑道隣接有の住人の70%が緑の管理に対して不満を持っている。

(図12) 管理は緑道側壁となる生垣は住人で手入れをし、高木は区長や住民からの要望があれば町で行う。高木の手入れ頻度は年に1回ほどである。植物の成長が早い亜熱帯地域では管理の頻度を高める必要があり、町に委託している高木の管理にも日当たりや落ち葉の問題などの不満があることがわかる。住宅地の植栽は管理負担の少ないものを選定し管理方法を十分に検討する必要がある。

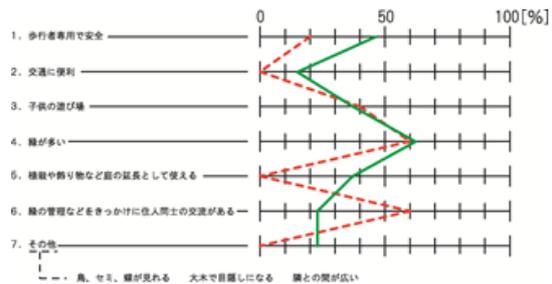


図9 家の出入りと緑道の重要度

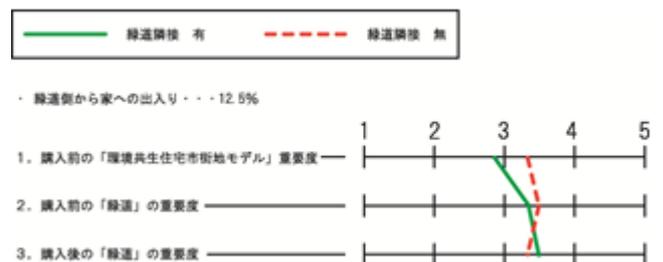


図10 緑道で気に入っていること

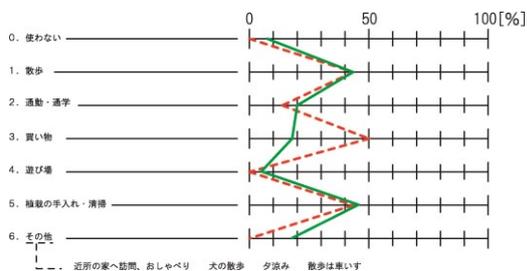


図 11 緑道の利用方法

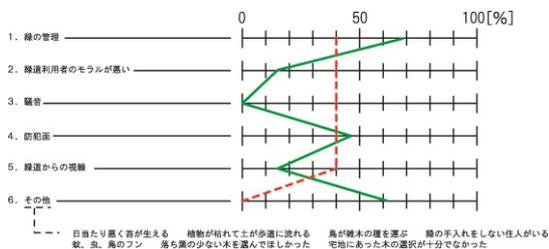


図 12 緑道に対する不満

結論

亜熱帯地域の住宅地の温熱環境が居住者の暮らし方に与える影響は住宅の接道道路の方位大きく作用し、南側の道路に接している住宅のほうが窓を開けて生活し、クーラーの使用率が低い。緑道の温熱環境改善効果を高めるためには、十分な日射遮蔽、被覆材の検討と風の通りを確保が重要であることを確認した。また、住宅地に適切な植栽計画が必要である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 1 件)

榮野川優也、小野 尋子

普天間飛行場基地跡地計画における緑地計画に関する提案型研究 -広域の地下水需給構造の解明による流域別緑地配分の必要性を唱えたアクションリサーチ-

日本建築学会, 日本建築学会計画系論文集, (81(729),):2453-2462 2016 (Nov.)

[学会発表] (計 7 件)

小野 尋子

普天間飛行場跡地利用における 水と緑を活かした市街地のあり方 -自然・歴史的経緯及び将来の都市的ポテンシャルを考慮して- 京都大学合同ワークショップ 2016 (Nov.)

小野 尋子, 榮野川優也, 川本莉菜子

普天間飛行場基地跡地計画における提案型研究 その 1 -市民組織からの相談を端とした基地跡地内緑地計画の流域別配分方針の提起までのアクションリサーチ-

日本建築学会, 学術講演梗概集, 都市計画 2016 (Aug.)

榮野川優也, 小野 尋子

普天間飛行場基地跡地計画における提案型研究 その 2 -広域の水収支モデルの作成と地下水需給構造の解明による流域別緑地計画の提案-

日本建築学会, 学術講演梗概集, 都市計画 2016 (Aug.)

小野 尋子, 上地 杏奈

既成市街地内の大規模基地返還跡地での土地区画整理事業における中心部の土地評価による課題と影響 : 那覇新都心地区を事例として

日本建築学会, 2014 (Aug.)

上地 杏奈, 小野 尋子

駐留軍用地返還跡地利用における地区計画策定までの経緯について : 那覇新都心地区を事例として

日本建築学会, 学術講演梗概集, 都市計画:123-124 2014 (Sep.)

上地 杏奈, 小野 尋子

駐留軍用地返還跡地における開発計画課程と景観誘導の在り方 : 那覇新都心地区を事例として

日本建築学会, 学術講演梗概集, 都市計画:395-396 2013 (Aug.)

小野 尋子

沖縄の住宅地における環境共生はどのように実現されてきたか-既存研究及び沖縄の環境共生住宅地の実測調査結果から-

日本建築学会研究小委員会, 2013 (June.)

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

小野 尋子 (ONO Hiroko)

琉球大学・工学部・准教授

研究者番号 : 20363658