

1.3 その他の影響

ヒートアイランド現象によるその他の環境影響として、人の睡眠への影響及び植物の成長に及ぼす影響について平成17年度中に報告された知見を整理した。

1) 睡眠に及ぼす影響

過年度までに室内環境等が睡眠に及ぼす影響についての知見を整理した。ここではその後報告がなされた事例について整理を行っている。

(1) 温熱環境が睡眠に及ぼす影響

題名	季節の住宅温熱環境が高齢者の睡眠と体温調節に及ぼす影響		
著者	都築和代		
雑誌名	日本建築学会学術講演梗概集 D?2 環境工学 2	No.	VOL. 2005; PAGE. 515-516; (2005/07/31)

本研究では、高齢者の住宅における実生活場面において、アクチグラフを用いて睡眠/覚醒の判定を行うとともに、周囲温熱環境の計測や、皮膚温反応の測定、ならびに、温冷感や睡眠感などのアンケート調査を行い、冬期、夏期、秋期における温熱環境の影響について検討し、比較することを目的とした。夜間の寝室の温度は夏期で有意に高く、湿度は冬期で有意に低かった。就寝中の寝具では、掛け布団の枚数が夏期で冬期・秋期に比べて有意に減少した。就寝中の衣服のクロー値は夏期で冬期・秋期よりも有意に低かった。本研究の結果から、日常生活においては冬期の低温環境よりも、夏期の高温環境の方が入眠潜時を遅延させ、中途覚醒を増加させ、睡眠効率を低下させることによって、高齢者の睡眠に悪影響を及ぼす可能性を示唆していた。

表2 睡眠変数と活動量

	冬期		夏期		秋期	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
就寝時刻 (h:m)	22:35 (1:13)		22:24 (1:01)		22:33 (1:16)	
起床時刻 (h:m)	6:13 (0:34)		5:37 (0:30) ^{b)}		6:03 (0:32)	
就床時間 (min)	459.4 (79.0)		434.6 (77.4)		450.7 (90.4)	
睡眠時間 (min)	425.7 (68.1)		348.5 (69.4) ^{a)b)}		410.0 (81.8)	
覚醒時間 (min)	33.6 (36.0)		86.1 (67.2) ^{a)b)}		40.6 (29.5)	
睡眠効率 (%)	93.0 (6.50)		81.0 (14.1) ^{a)b)}		91.1 (5.57)	
入眠潜時 (min)	7.4 (7.35)		46.2 (48.4) ^{a)b)}		17.5 (16.4)	
覚醒回数 (N)	5.8 (3.8)		8.7 (4.4)		6.3 (2.1)	
平均覚醒時間 (min)	5.1 (3.4)		9.2 (5.5)		6.8 (4.8)	
最長覚醒時間 (min)	16.9 (24.5)		37.5 (24.1) ^{a)b)}		15.0 (10.6)	
活動量	11.6 (6.78)		32.6 (18.5) ^{a)b)}		15.6 (6.78)	
日中						
活動量	189.8 (32.4)		204.8 (27.9)		186.8 (41.6)	
睡眠時間 (min)	38.8 (51.2)		32.7 (38.9)		65.0 (60.1)	

a: 秋期との間に有意差あり, b: 冬期との間に有意差あり

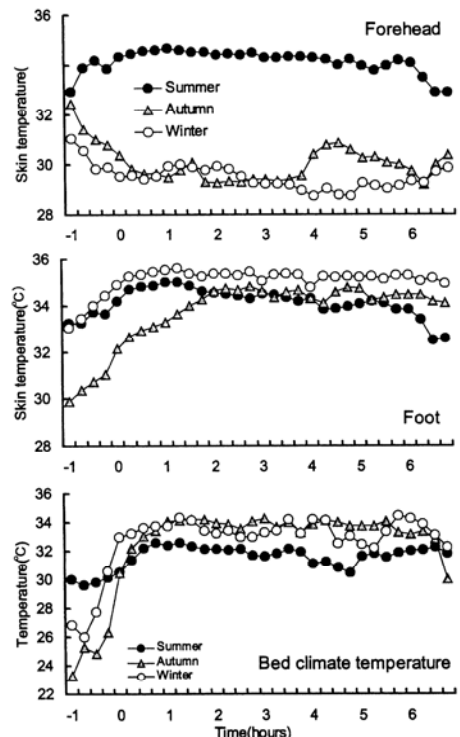
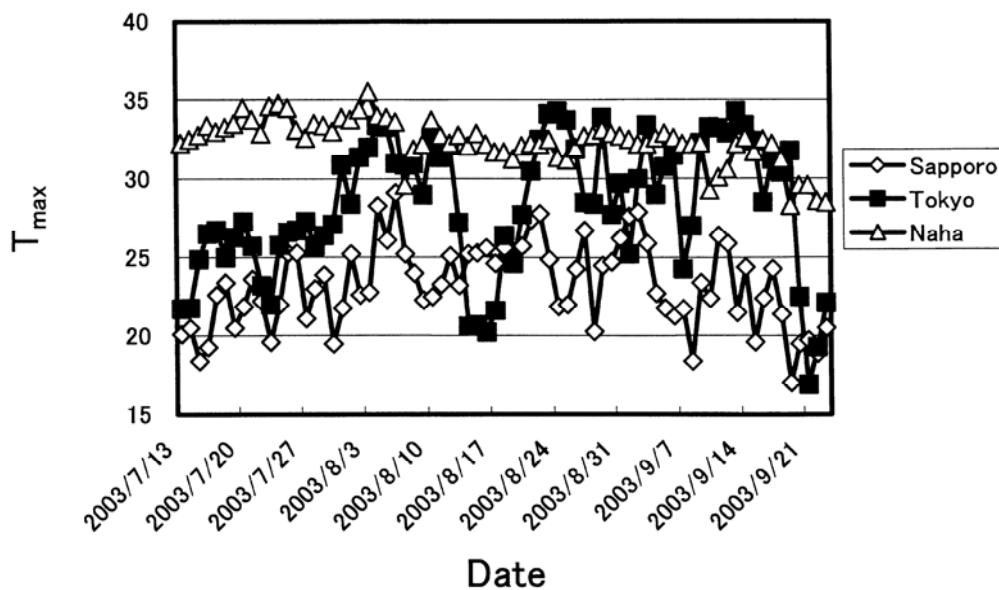


図2 皮膚温・寝床内温度への影響

題名	国内3都市における夏期の日最高温度と個人別曝露温度		
著者	兜真徳、 本田靖、 等々力英美		
雑誌名	日本公衆衛生雑誌	No.	VOL.52NO.9;PAGE.775-784; (2005/09/15)

地球温暖化における気温上昇、さらに最近国際的に頻発している熱波等に関連して、夏期高温日の健康リスクのモニタリングと適応策の検討が急務とされている。本研究では、わが国についての基礎的研究として、従来曝露温度の指標とされてきた T_{max} と、実際に各人が曝露する温度(T_p)との関連を検討した。その結果、屋外気温、とくに T_{max} が 30 以上の範囲では、全体的に暑熱ストレスを回避するために昼間の活動時における曝露温度は 30 周辺以上に上昇しないように冷房を用いることで調節されていることがわかった。また、沖縄では暑熱ストレスに対して東京よりやや耐性が大きいこと、一方、夜間の曝露温度の調節は快適な睡眠を確保するのに十分な調節ができていないことなどがわかった。今回の調査では、例年と異なり、札幌で T_{max} が 30 を超えた日はなかったため比較はできなかった。

図1 3都市における個人温度曝露測定期間(7月16日~9月23日)の T_{max} (°C) の日間変動。なお、同期間内で個人曝露を測定したのは札幌で50日、東京で49日、那覇で40日である。



(2) 睡眠時の室内温熱環境制御に関する調査

題名	名古屋市内の住宅における寝室の温熱環境		
著者	酒井潔、三谷一憲		
雑誌名	日本衛生学雑誌	No.	VOL. 60 NO. 1; PAGE. 38-49; (2005/01/15)

夏季には近年ヒートアイランド現象が進み、冬季は東京都や大阪市より月平均気温が低い名古屋市の住宅を対象として、睡眠時間帯における寝室の温熱環境の実態および冷暖房機器の使用状況を明らかにするとともに、寝室の温熱環境に影響を与える要因の検討を行った。今回の調査結果は、夏季と冬季での室内の日平均気温や室内外の気温の相関関係が他の報告と大きく異なることがなかったことから、名古屋市内の既存住宅の寝室での温熱環境を推定することは可能であると考えられた。

表3 夏季における寝室の気温と湿度

	平均値	最高値	最低値	変動幅
気温(°C)				
睡眠時間帯 ¹⁾	27.7±1.8 (21.7~32.0)	28.4±2.0 (23.0~35.7)	26.9±1.9 (21.0~31.7)	1.5±1.1 (0.2~6.7)
1日	28.4±1.8 (23.1~32.1)	30.6±2.0 (25.0~35.7)	26.3±2.1 (19.0~32.0)	4.3±2.0 (0.9~11.5)
外気(1日) ²⁾	-	31.4±2.5 (25.2~35.7)	22.9±1.9 (17.1~27.2)	8.5±2.2 (2.9~12.8)
湿度(%)				
睡眠時間帯	62±10 (41~86)	65±10 (46~88)	59±10 (32~83)	6±4 (1~23)
1日	59±9 (43~83)	68±10 (47~88)	49±10 (27~78)	19±7 (4~38)

平均±標準偏差(最小~最大), 調査室数: 84室

1) 午後11時~翌日午前6時30分, 2) 名古屋地方気象台での観測値

表5 夏季の睡眠時間帯における寝室での熱環境評価基準値への適合割合と関連要因

熱環境評価基準値との対応 ¹⁾	室数	住宅類型			寝室と居間等との位置関係 ²⁾			外気の最低気温 ³⁾ (°C)	築後年数 ³⁾ (年)	冷房割合 (%)	冷房時間 ³⁾ (時間)
		戸建		集合	接する	接しない	別階				
		木造	非木造	非木造							
適合群	33	11 (33)	8 (24)	14 (42)	17 (52)	3 (9)	13 (39)	22.1±2.1	12.2±12.6	36	1.9±2.9
中間群	27	11 (41)	7 (26)	9 (33)	11 (41)	4 (15)	12 (44)	23.1±1.5	13.3±13.6	41	1.6±2.6
不適合群	24	7 (29)	3 (13)	14 (58)	12 (50)	5 (21)	7 (29)	23.8±1.7	14.7±10.7	54	2.3±2.8

1) 住宅熱環境評価基準値(寝室・夏季: 24~28°C), 適合群: 基準値に全て適合していた寝室, 中間群: 基準値に部分的に適合していた寝室, 不適合群: 基準値に全て適合していなかった寝室

2) 接する: 寝室出入口が居間等に接する場合, 接しない: 同一階で寝室出入口が居間等に接しない場合, 別階: 寝室が居間等とは別の階の場合

3) 平均±標準偏差

表7 睡眠時間帯における寝室での冷暖房機器使用の有無と温湿度

季節	住宅の種類	冷暖房機器使用の有無	室数 (室)	気温(°C)				湿度(%)			冷暖房時間 ²⁾ (時間)
				室内			外気 ¹⁾ 最低	室内			
				平均	最高	最低		平均	最高	最低	
夏季	戸建	有	19	27.8±1.9	28.6±2.1	27.1±1.8	23.5±1.6	62±10	65±10	58±10	4.3±2.8 (0.5~7.5)
		無	28	27.2±2.1	28.1±2.4	26.4±2.1	22.2±2.0	62±9	65±9	59±10	-
	集合	有	17	28.2±1.3	28.8±1.5	27.4±1.4	24.1±1.4*	61±11	65±11	57±11	4.5±2.6 (1.0~7.5)
		無	20	27.8±1.9	28.4±1.7	27.2±1.9	22.3±1.9	62±10	65±11	59±10	-
冬季	戸建	有	13	12.1±4.1	15.5±5.9	10.1±3.9*	0.0±1.7	60±11	66±15	52±8	2.6±3.1 (0.5~7.5)
		無	44	10.5±3.2**	11.6±3.3**	9.4±3.2**	0.7±2.9	62±10	65±11	59±10	-
	集合	有	10	15.3±3.0	17.6±3.8	13.6±2.7	0.3±2.6	60±12	64±12	54±16	1.9±2.3 (0.5~7.5)
		無	33	16.2±3.4	17.9±4.1	15.2±3.5	0.8±2.8	60±11	63±11	56±11	-

平均±標準偏差

1) 名古屋地方気象台での観測値, 2) 平均±標準偏差(最小~最大)

*: p<0.05 (冷房なしと比較して), **: p<0.05, ***: p<0.01 (集合住宅と比較して)

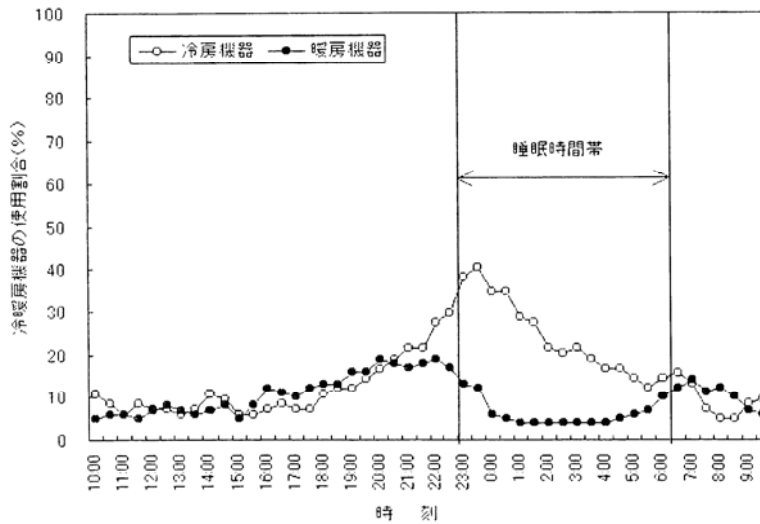


図1 冷暖房機器の時刻別使用割合

題名	室内温熱環境の実際と睡眠時の課題		
著者	菅原作雄		
雑誌名	日本建築学会環境工学委員会熱環境小委員会熱シンポジウム	No.	VOL. 34th; PAGE. 95-100; (2004/12/03)

睡眠時の体温調節は生理的体温調節が主となり、覚醒時に比べて低下する。確実な睡眠を提供するには、覚醒時以上の室内環境制御が必要である。しかしながら、実際の寝室環境は、空調機の能力と負荷のアンバランスなど課題があり、睡眠に対して影響を与えている。寝室環境の課題と解決策について考える。睡眠時の人体体温調節は、行動的体温調節が少くなるため、覚醒時に比べて、さらに精密に寝室環境を制御する必要がある。タイや日本における研究結果や調査結果から、熱帯地方における睡眠の重要性、日本における睡眠環境制御の課題について述べ、その対応方法である過冷感の除去と新しい睡眠環境制御方法について述べた。過冷感の除去は、ルームエアコンの新しい機能として国内の製品に、新しい制御方法は、国外で生産される製品の一部に搭載される予定である。また、この制御方法は、昼間にも利用することができる。

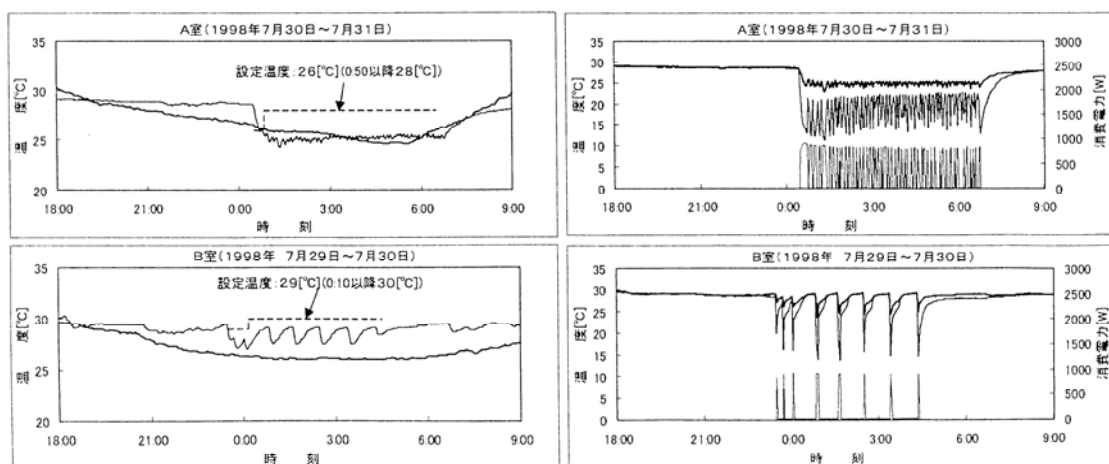


図1 寝室環境の実際 (名古屋・集合住宅・インバータレスエアコン)

題名	一般住戸を対象とした実態調査に基づく冷房発停の生起要因に関する検討		
著者	羽原宏美、 鳴海大典、 下田吉之、 水野稔		
雑誌名	日本建築学会環境系論文集	No.	NO. 589; PAGE. 83-90; (2005/03/30)

空調エネルギー消費量の予測シミュレーションでは、冷暖房のオン・オフ操作や窓の開閉などの室内温熱環境調節行為は重要であるが、従来は確定的なスケジュールとして与えられてきた。本研究では、一般住宅 49 戸を対象に、居間における冷房使用状況に関する実態調査を行った。調査結果から冷房オン・オフ操作が生起した時の外気温、室温及び時刻を整理し、生起要因の検討を行った。オン操作の生起は外気温よりも室温のほうが強く関係していることがわかった。その室温は平均 30.9 であった。また、朝方・就寝前のほうが昼間・夕方より約 1.0 低かった。

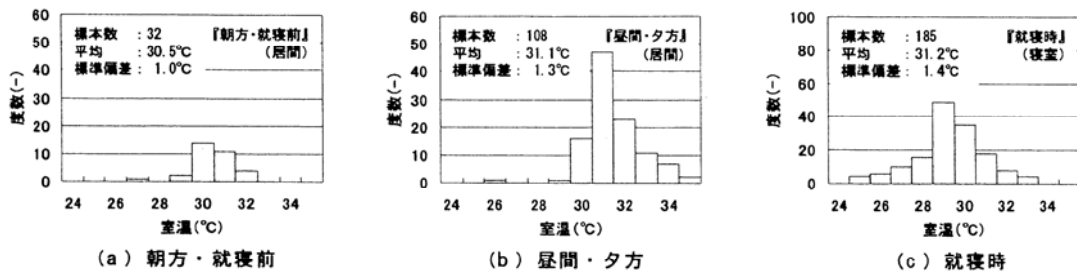


図 11 室温とオン操作生起度数の関係の『就寝時』との比較

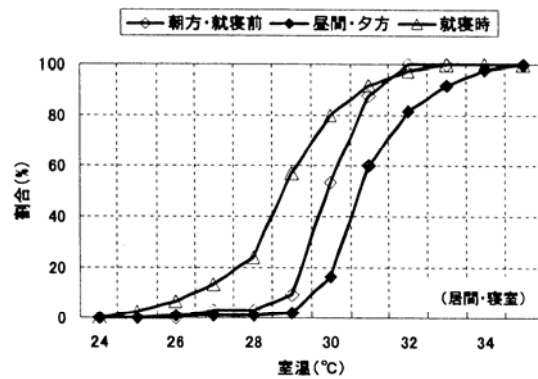


図 12 室温とオン操作生起割合の関係の『就寝時』との比較

2) 植物の成長に及ぼす影響

題名	ヒートアイランド現象と街路樹3種のフェノロジー ¹⁾		
著者	高橋創、鈴木和夫		
雑誌名	日本森林学会大会講演要旨集 (CD-ROM)	No.	VOL. 116th; PAGE. PA049; (2005/03/20)

調査地は都内を東西に横切る国道20号線沿いと、八王子から新宿までの約40km区間に生育する街路樹を調査した。調査木は、都内に数多く植栽されている街路樹の中から、イチョウ、トウカエデ、ハナミズキの3樹種とした。調査は、各樹種ともフェノロジー特性(黄葉および落葉)を八王子から新宿までの地点で調べた。調査期間は、各樹種とも黄葉および落葉が観察される2003年10月~12月と、2004年10月~12月の2カ年で、毎週1回観察した。また、気象庁が公開している東京都内の気温データをもとに、黄葉および落葉の時期と気温との関係について検討をした。街路樹のフェノロジー特性は、その地点における気温条件と密接な関わりを持つことが示唆された。夜間気温が高い都市部と夜間気温が低い郊外とを比べるとフェノロジーに大きな差があり、その地点の最低気温が街路樹のフェノロジーに大きな影響を及ぼしているものと思われた。このため、ヒートアイランド現象により夜間気温の上昇が進む都市部では、街路樹の黄葉・落葉が他の地域よりも遅くなり、12月下旬になってもまだ完全に落葉しない異常な形質を示す街路樹も観察された。このことによって、ヒートアイランド現象は街路樹のフェノロジーに大きな影響を及ぼしていることが明らかにされた。

表1: 着葉率50%を下回った日と、1週間前の平均最低気温(2003年)

	イチョウ		トウカエデ		ハナミズキ	
	日	最低気温	日	最低気温	日	最低気温
新宿	12/14	5.8°C	12/21	4.9°C	11/16	10.1°C
東府中	12/7	6.3°C	12/7	6.3°C	11/2	11.3°C
八王子	12/7	5.9°C	12/7	5.9°C	11/2	10.8°C

表2: 着葉率50%を下回った日と、1週間前の平均最低気温(2004年)

	イチョウ		トウカエデ		ハナミズキ	
	日	最低気温	日	最低気温	日	最低気温
新宿	12/26	6.0°C	12/19	7.9°C	11/21	11.1°C
東府中	12/12	5.1°C	12/12	5.1°C	11/14	11.5°C
八王子	12/5	4.1°C	12/12	4.0°C	11/7	11.3°C

注) 東府中は新宿と八王子のほぼ中間に位置する

¹⁾ 生物季節学 季節的に起こる自然界の動植物が示す諸現象の時間的変化およびその気候あるいは気象との関連を研究する学問

題名	ヒートアイランド現象の低減に関する常緑針葉樹と落葉広葉樹の生理的特徴		
著者	久野春子、新井一司		
雑誌名	大気環境学会年会講演要旨集	No.	VOL. 46th; PAGE. 537; (2005/08/26)

多摩地域において雑木林の代表であるコナラとクヌギおよびケヤキや人工林などの代表であるスギとヒノキおよびモミについて、気化熱を奪う働きをする蒸散量を 20 ~ 35 の温度条件下で測定した。これらの樹木の生理的特性を比較して、ヒートアイランド現象の軽減に適した森づくりのための樹種を選定した。温度 20、湿度 60% 条件下の飽差、純光合成速度、蒸散速度、気孔コンダクタンスの値は樹種による違いはあまり見られなかった。しかし、温度 30、湿度 60% 条件下では飽差にあまり差はないが、純光合成速度、蒸散速度、気孔コンダクタンスでは、針葉樹のスギ、ヒノキ、モミの値が広葉樹のケヤキ、コナラ、クヌギの値よりも低かった。純光合成速度は温度が上がるにつれて低下して、特に、スギの低下する割合が大きかったが、コナラとクヌギの低下割合は緩やかであった。湿度 60% 条件の蒸散速度は、ケヤキとコナラが 20 から 30 まで増大した後、35 では低下した。一方、スギでは 20 から 35 まで低下し続けたが、クヌギは逆に増大した。30 で高い蒸散速度であったケヤキ、コナラおよびクヌギは、針葉樹の約 2 倍近い多くの水蒸気を放出していることが推算される。

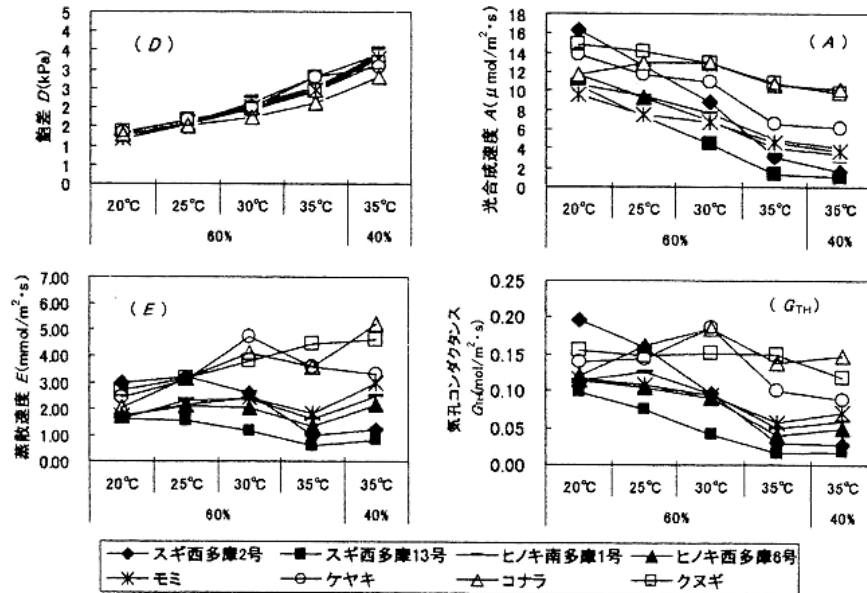


図. 各温湿度条件における8樹種の飽差、純光合成速度、蒸散速度、気孔コンダクタンス

題名	ヒートアイランド現象の低減に関する各種樹林の熱赤外線画像による評価		
著者	新井一司、久野春子		
雑誌名	大気環境学会年会講演要旨集	No.	VOL. 46th; PAGE. 536; (2005/08/26)

気温が上昇する夏期の昼間に、熱赤外線画像計測法を用いて、広葉樹林と針葉樹林における温度画像の特徴や樹種の違いによる特性を調査した。コナラ、ケヤキなどの落葉広葉樹林は、スギ、ヒノキ、モミの針葉樹林より表面温度が低く放散熱量も低いことから、蒸散による気化熱を奪う能力が大きいと思われた。特に高い傾向のみられたコナラを主とした雑木林は、スギ人工林よりも吸収する熱量が多く、家庭 6 畳用のエアコンに例えるならば 1ha あたり 1 時間に約 43 台分の熱量をスギ人工林より多く吸収していると推測された。

表-1 日の出町におけるコナラ林と針葉樹林の温度、熱量、放散熱量

	(1)コナラ林	(2)スギ林	(3)ヒノキ林	(4)モミ林	(5)コナラ林	(6)住宅
最高温度(°C)	31.92	34.85	33.25	33.55	32.33	52.36
最低温度(°C)	30.17	31.51	31.72	30.48	30.69	33.04
平均温度(°C)	31.14	32.62	32.33	32.27	31.13	43.58
熱量 (W/m ²)	476	486	482	484	476	560
放散熱量(W/m ²)	7.11	16.5	14.6	14.2	7.04	90.5