

日本における近年の暑中環境の気候特性に関する考察

松本, 侑也
九州大学大学院人間環境学府空間システム専攻修士課程

小山, 智幸
九州大学大学院人間環境学研究院都市・建築学部門

小山田, 英弘
九州大学大学院人間環境学研究院都市・建築学部門 | 北九州市立大学

<https://doi.org/10.15017/26780>

出版情報：都市・建築学研究. 22, pp.155-160, 2012-07-15. 九州大学大学院人間環境学研究院都市・建築学部門
バージョン：
権利関係：



日本における近年の暑中環境の気候特性に関する考察

Discussion on Recent Hot Weather Ambience in Japan

松本侑也*, 小山智幸**, 小山田英弘***

Yuya MATSUMOTO, Tomoyuki KOYAMA and Hidehiro KOYAMADA

In this study, the aspect of hot weather ambience in recent years was discussed from the data of the Meteorological Agency. Moreover, the applied period for 'hot weather concreting' in JASS5 calculated from normals of mean daily ambient temperature was compared with the actual period at the chief cities of Japan. From the discussion, it was clarified that hot weather tends to become longer and severer. So the applied period for 'hot weather concreting' becomes longer with each revision of the normals. On the applied period, method in JASS5 using normals calculated from the data in thirty years often estimates shorter than the actual period. The proposed method using mean daily ambient temperature in five latest years could estimate better.

Keywords : *Hot weather ambience, Aspect of climatology, Warming, Hot weather concreting*

暑中環境, 気候特性, 温暖化, 暑中コンクリート工事

1. はじめに

建築生産は、他の工業生産が工場など屋内でなされるのと異なり、環境要因の影響を受けやすい施工現場で行われる。近年、気候変動に伴い夏期における施工環境が高温化の一途を辿っており、品質への悪影響が懸念される。一方、コンクリート材料も時代とともに変化しており、例えばセメントは、普通ポルトランドセメントにおいても初期強度が高くなる傾向にある。また使用されるコンクリートも年々高強度化している。これらは、水和発熱の増大に繋がり、暑中環境の過酷化と相まってコンクリート温度を上昇させることになる。これにより、施工性の低下、長期強度増進の鈍化、ひび割れ発生や硬化体組織の密実性低下による耐久性への悪影響といった暑中コンクリートの物理的・化学的な「わるさ」がより顕在化する方向にあると考えられる。他方で、高温化は過酷な施工現場で作業を行う生物としての人間に対して生理的、心理的な負荷を増大させ、熱中症をはじめとする労働災害の発生を助長させる。また高温による疲労や集中力の低下による施工品質への悪影響は労働災害の発生よりも頻度が高いと推測され、看過できない問題である。これらに対して適切な対策を実施するためには、実施工

よりも早い段階で計画を立案し、対応に要する種々のコスト¹⁾を予算面にも反映させておくことが不可欠であるが、そのためには暑中環境が上記悪影響を及ぼすと考えられる期間、およびその程度を的確に予測する必要がある。多くの標準仕様書、共通仕様書や規準等においては、この期間を気温の平年値から予測する方法が示されているが、この方法は上記の気候変動の影響で現状と乖離する場合があることが指摘されている²⁾。本論文はコンクリート工事において暑中対策が必要となる期間の合理的な予測方法を確立することを目的とし、検討を行った結果を報告するものである。

2. 暑中コンクリート工事の適用期間

日本建築学会建築工事標準仕様書 JASS5 鉄筋コンクリート工事（以下 JASS5）においては、「施工者は、コンクリート工事開始のかなり前に、（中略）高温の影響が最小となるように十分な検討を行って施工計画書を作成し、工事管理者の承認を受ける」¹⁾ こととなっている。同会暑中コンクリートの施工指針³⁾ではその時期として、実施設計段階を推奨している。その際、適切な暑中対策を立案するためには、暑中環境の程度と期間を予測することが重要となる。しかし、実施設計段階と実際に施工を行う時期とは最低でも数ヶ月程度離れており、大規模

* 空間システム専攻修士課程

** 都市・建築学部門

*** 北九州市立大学

工事では工期が数年にわたることも多いため、実施設計段階での予測は困難を伴う。したがって、通常は、JASS5で特記のない場合の「日平均気温の平年値が25℃を超える期間を基準にして定める」が採用されることがほとんどである。JASS5の解説には、全国の主要都市について、気象庁が発表する日平均気温が上記25℃以上となる期間の始期と終期を示した表が掲載されている。ここで、平年値は暦年の10年ごとに更新されており、例えば現在の平年値は、1981年から2010年の30年間の観測値から求められたものである。一方、JASS5も10年ごとに改定され、現行は2009年版となっている。したがって、これら更新および改定時期の関係から、現行JASS5には1971年から2000年の30年間の観測値による旧平年値を用いた適用期間が掲載されており、この期間が次の改定時期

である2019年頃まで採用されることとなるため、最大で半世紀近い過去の気象データの影響を受けることとなる。先に述べたように近年の気候変動は顕著であり、適用期間を的確に予測するためには、従来の平年値による以外の合理的な方法を確立する必要がある。

そこで本稿は、暑中環境の気候特性に関して、最新の気象データを用いて考察を行った。つづいて、同じく気象庁データである日平均気温の平年値から算定された暑中コンクリート工事の適用期間について、近年の推移を検証した。さらに、近年の実測データを用いて実際に日平均気温が25℃を超えた期間を求め、平年値から算定された期間との比較を行った。これらの結果から、暑中期間をより正確に予測する方法として、過去5年間の日平均気温を用いて予測する方法を提案した。

表1 日最高気温と日平均気温の近年の傾向^{1), 3), 4)}

地方	地 名	日最高気温の 最高値 (平年値*, °C)	日平均気温の 最高値 (平年値*, °C)	日平均気温平年値 25℃以上の期間 (カッコ内はその日数)		
				1961～1990 の平年値 (2003年版 JASS5 で採用)による期間	1971～2000 の平年値 (現行 JASS5 で採用)による期間	1981～2010 の平年値 による期間
東北	秋 田	29.4	25.3	—	—	7.31～8.18(19)
	会津若松	31.2	25.6	7.26～8.16(22)	7.26～8.16(22)	7.27～8.18(23)
	酒 田	30.0	25.8	7.29～8.17(20)	7.27～8.19(24)	7.26～8.22(28)
	山 形	31.1	25.6	7.27～8.11(22)	7.27～8.11(22)	7.28～8.15(25)
	福 島	31.2	26.0	7.24～8.21(29)	7.25～8.21(28)	7.25～8.22(29)
関東	宇 都 宮	31.0	26.0	7.26～8.21(27)	7.25～8.23(30)	7.23～8.29(38)
	前 橋	31.9	26.9	7.20～8.27(39)	7.20～8.31(43)	7.16～9.3(50)
	熊 谷	32.5	27.2	7.19～8.30(43)	7.18～9.2(47)	7.14～9.5(54)
	水 戸	30.0	25.5	7.28～8.20(24)	7.28～8.19(23)	7.28～8.23(27)
	秩 父	31.5	25.8	7.26～8.18(24)	7.26～8.18(24)	7.25～8.22(29)
	銚 子	28.2	25.2	8.10～8.22(13)	8.15～8.20(6)	8.2～8.30(29)
	東 京	31.4	27.7	7.14～9.6(55)	7.13～9.8(58)	7.9～9.10(64)
	横 浜	30.8	26.9	7.19～9.4(48)	7.19～9.5(49)	7.15～9.7(55)
	勝 浦	28.8	25.7	7.30～8.28(30)	7.29～8.30(33)	7.29～9.3(37)
中部	輪 島	30.1	26.0	7.24～8.22(30)	7.24～8.21(29)	7.24～8.27(35)
	相 川	29.7	26.3	7.27～8.22(27)	7.25～8.27(34)	7.24～8.30(38)
	新 潟	31.0	27.0	7.20～8.29(41)	7.20～8.31(43)	7.20～9.2(45)
	金 沢	31.3	27.4	7.16～9.1(48)	7.17～9.2(48)	7.15～9.4(52)
	富 山	31.5	27.0	7.19～8.29(42)	7.19～8.30(43)	7.18～9.2(47)
	長 野	31.6	25.7	7.26～8.18(24)	7.26～8.19(25)	7.25～8.21(28)
	福 井	32.2	27.6	7.14～9.2(51)	7.15～9.2(50)	7.13～9.4(54)
	敦 賀	31.8	27.8	7.13～9.5(55)	7.13～9.4(54)	7.11～9.7(59)
	岐 阜	33.4	28.9	7.9～9.7(61)	7.7～9.8(64)	7.4～9.1(70)
	名 古 屋	33.1	28.0	7.10～9.6(59)	7.7～9.7(63)	7.5～9.11(69)
	甲 府	33.1	27.0	7.16～8.29(45)	7.15～9.2(50)	7.11～9.5(57)
	浜 松	31.1	27.1	7.13～9.6(56)	7.11～9.8(60)	7.9～9.11(65)
	静 岡	31.0	27.1	7.11～9.7(59)	7.10～9.8(61)	7.8～9.11(66)
	三 島	31.5	27.0	7.13～9.3(53)	7.13～9.5(55)	7.10～9.8(61)
	石 廊 崎	28.6	26.0	7.24～9.3(42)	7.24～9.4(43)	7.23～9.6(46)

*1981～2010年のデータによる平年値

**JASS5に記載されている地点を記載

表2 日最高気温と日平均気温の近年の傾向^{1), 3), 4)}

地方	地 名	日最高気温の 最高値 (平年値*, °C)	日平均気温の 最高値 (平年値*, °C)	日平均気温平年値 25°C以上の期間 (カッコ内はその日数)		
				1961～1990の平年値 (2003年版 JASS5 で採用)による期間	1971～2000の平年値 (現行 JASS5 で採用)による期間	1981～2010の平年値 による期間
近畿	上 野	32.3	26.6	7.17～8.27(42)	7.17～8.29(44)	7.13～9.2(52)
	津	31.5	27.7	7.10～9.5(58)	7.7～9.7(63)	7.5～9.10(68)
	尾 鷲	30.6	26.6	7.14～9.1(50)	7.12～9.4(55)	7.10～9.7(60)
	豊 岡	33.0	27.3	7.13～8.31(50)	7.14～8.31(49)	7.12～9.2(53)
	京 都	33.7	28.5	7.7～9.8(64)	7.4～9.8(67)	7.2～9.11(72)
	彦 根	32.0	27.4	7.15～9.3(51)	7.14～9.4(53)	7.12～9.6(57)
	姫 路	32.4	27.8	7.11～9.5(57)	7.9～9.5(59)	7.8～9.8(63)
	神 戸	32.1	28.5	7.10～9.8(61)	7.4～9.13(72)	7.2～9.17(78)
	大 阪	33.7	29.0	7.3～9.11(71)	7.2～9.12(73)	6.29～9.16(79)
	和 歌 山	32.5	28.3	7.5～9.10(68)	7.3～9.11(71)	7.1～9.14(75)
	潮 岬	29.8	26.8	7.12～9.9(60)	7.10～9.9(62)	7.9～9.12(66)
	奈 良	32.9	22.9	7.11～9.2(54)	7.10～9.3(56)	7.9～9.5(59)
中国	松 江	31.9	27.3	7.15～9.1(49)	7.16～8.31(47)	7.14～9.3(52)
	境	31.7	27.4	7.13～9.3(53)	7.13～9.2(52)	7.13～9.4(54)
	米 子	31.8	27.4	7.13～9.1(51)	7.13～9.1(51)	7.11～9.3(55)
	鳥 取	32.7	27.5	7.12～9.2(53)	7.12～9.1(52)	7.10～9.4(57)
	萩	31.3	27.2	7.13～9.2(52)	7.12～9.1(52)	7.10～9.4(57)
	浜 田	30.8	26.9	7.14～9.1(48)	7.15～8.31(48)	7.14～9.3(52)
	津 山	32.2	26.5	7.17～8.27(42)	7.18～8.27(41)	7.17～8.30(45)
	下 関	31.2	27.9	7.12～9.7(58)	7.9～9.8(62)	7.7～9.12(68)
	広 島	33.0	28.7	7.12～9.5(56)	7.3～9.9(69)	7.2～9.12(73)
	福 山	32.8	27.9	7.9～9.5(59)	7.8～9.5(60)	7.6～9.9(66)
	岡 山	33.3	28.7	7.4～9.11(70)	7.3～9.9(69)	6.30～9.12(75)
四国	松 山	32.4	28.1	7.7～9.8(64)	7.4～9.8(67)	7.2～9.12(73)
	高 松	32.8	28.5	7.7～9.6(62)	7.4～9.7(66)	7.1～9.12(74)
	宇和島	32.2	27.6	7.8～9.5(60)	7.4～9.9(68)	7.3～9.12(72)
	高 知	32.1	27.8	7.6～9.10(67)	7.4～9.10(69)	7.2～9.14(75)
	徳 島	32.2	28.1	7.8～9.9(64)	7.6～9.9(66)	7.4～9.13(72)
	清 水	30.0	27.6	7.6～9.16(68)	7.5～9.16(69)	7.3～9.19(74)
	室戸岬	28.8	26.1	7.18～9.3(48)	7.18～9.4(49)	7.16～9.7(54)
九州	平 戸	29.7	26.5	7.15～9.4(52)	7.17～9.2(48)	7.15～9.4(52)
	福 岡	32.6	28.5	7.4～9.9(68)	7.2～9.9(70)	7.1～9.12(74)
	飯 塚	32.5	27.5	7.7～9.4(60)	7.6～9.3(60)	7.5～9.6(64)
	佐世保	32.0	28.1	7.7～9.9(65)	7.5～9.10(68)	7.4～9.13(72)
	佐 賀	33.3	28.2	7.4～9.9(68)	7.3～9.7(67)	7.2～9.11(72)
	日 田	33.9	27.6	7.6～9.3(60)	7.4～9.3(62)	7.3～9.6(66)
	大 分	32.2	27.7	7.7～9.6(62)	7.5～9.6(64)	7.4～9.9(68)
	長 崎	32.0	28.2	7.5～9.11(69)	7.4～9.11(70)	7.3～9.15(75)
	熊 本	33.7	28.6	7.2～9.10(71)	7.1～9.11(73)	6.29～9.15(79)
	延 岡	31.4	26.9	7.8～9.5(60)	7.6～9.5(62)	7.5～9.8(66)
	人 吉	32.4	26.7	7.9～9.1(55)	7.7～9.1(57)	7.5～9.5(63)
	鹿 児 島	32.8	28.8	6.27～9.16(82)	6.25～9.21(89)	6.23～9.23(93)
	都 城	32.1	27.0	7.5～9.4(62)	6.29～9.11(75)	7.1～9.9(71)
	宮 崎	31.9	27.7	6.30～9.10(73)	6.29～9.11(75)	6.27～9.12(78)
沖縄	名 瀬	32.5	28.8	-	6.10～10.01(124)	6.11～10.5(127)
	那 覇	31.9	29.0	6.6～10.12(127)	6.2～10.15(134)	6.1～10.18(138)

*1981-2010年のデータによる平年値

**JASS5に記載されている地点を記載

3. 近年の気候特性と暑中コンクリート工事の適用期間

日本の暑中環境は、中東地域に代表される高温低湿（Hot-Dry あるいは Hot-Arid）な暑中環境とは異なり、いわゆる高温多湿（Hot-Wet）型である。また同じ Hot-Wet 型の東南アジアの暑中環境と比較すると全体としてマイルドな環境といえる。

表 1、表 2 は、JASS5 解説表により暑中コンクリート工事が適用される地点において、左側は日最高気温の最高値の平年値、日平均気温の最高値の平年値を、右側は日平均気温平年値が 25℃以上の期間すなわち適用期間を示している。表 1、表 2 の左側をみるとわかるように、日最高気温の最高値、日平均気温の最高値とも都市圏や内陸部で高く、それ以外の沿岸部で低い傾向がある。日最高気温の最高値の平年値は 30℃を超える地域が多く、暑中環境がどの地域でも過酷であることがわかる。荷卸し時のコンクリート温度は原則として 35℃以下とされており、平均気温が 26℃～28℃を超える場合には荷卸し時のコンクリート温度が 35℃を超える可能性が高くなるといわれている。表 1、表 2 からわかるようにほとんどの地域の日平均気温の最高値の平年値は 26℃を超えており、28℃を超えている地域は 17 地点もあり、荷卸し時のコンクリート温度が 35℃を超えることが予想され対策を講じる必要がある。

一方、暑中期間の長さは地域により大きく異なる。表 1、表 2 では現行 JASS5 に示されている 1971 年から 2000 年の 30 年間の観測データから算定された平年値による適用期間、改定前の 1961 年から 1990 年の 30 年間の観測データから算定された適用期間、さらに昨年示された 1981 年から 2010 年の 30 年間の観測データから算定された期間を比較している。括弧内にはそれぞれの期間の日数を示している。地方別にみると、現行の JASS5 において記載の地点を

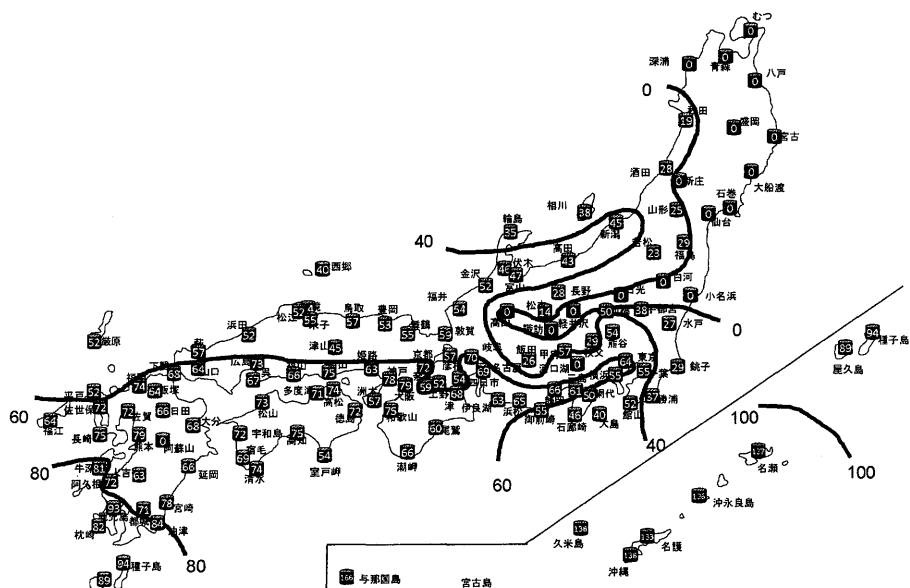


図1 暑中コンクリート適用期間の分布(1981-2010の平年値による)

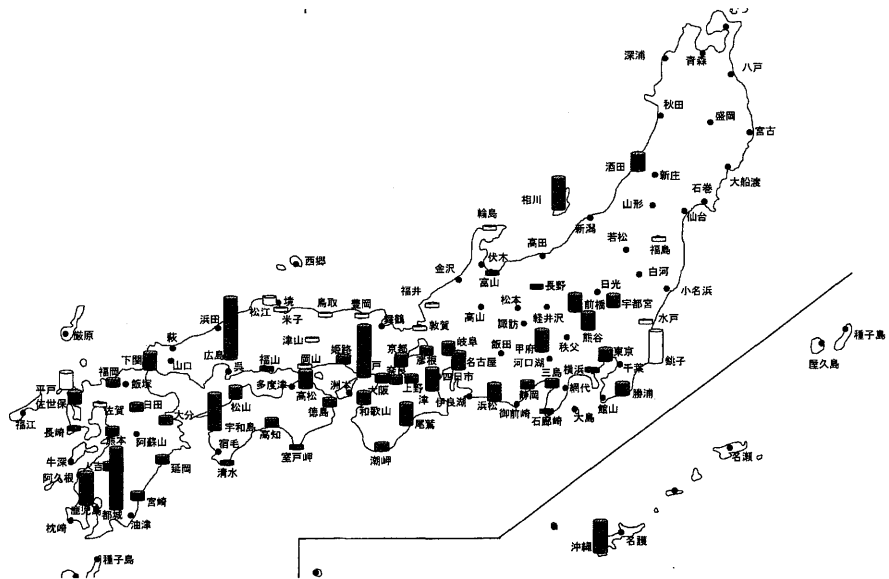


図2 適用期間の増加(前回の JASS5 から現行 JASS5)

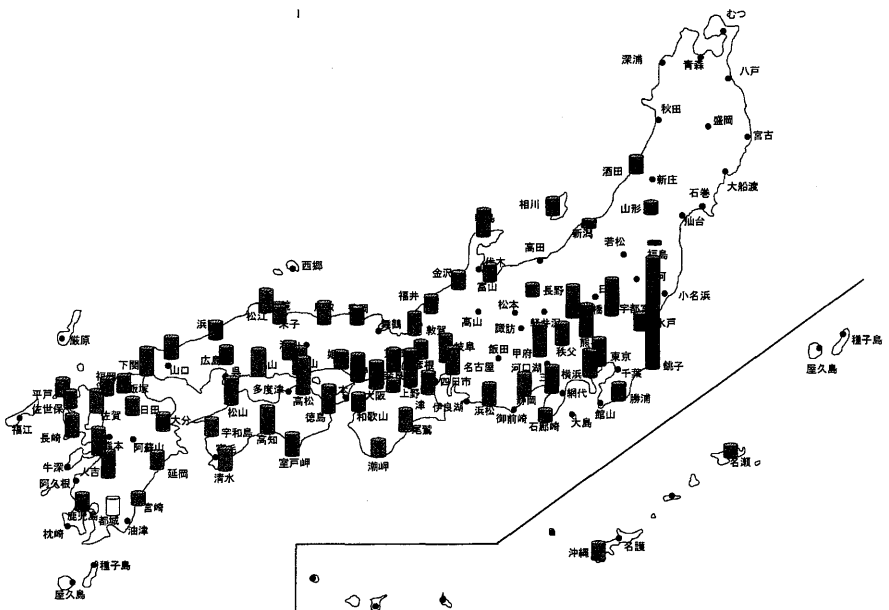


図3 適用期間の増加(現行 JASS5 から最新の平年値による期間)

表3 日平均気温 25℃以上年間日数の観測地ごとの例

地 名	日平均気温 25℃以上年間日数 (日)									
	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002
旭 川(0)	9	10	1	2	4	9	6	14	0	1
秋 田(0)	40	51	13	22	21	27	27	25	5	25
東 京(58)	77	92	52	62	63	60	72	86	46	65
新 潟(43)	61	64	22	50	43	37	55	41	22	53
名古屋(63)	82	87	70	71	76	69	83	87	55	71
大 阪(73)	85	88	84	76	88	76	91	103	72	86
広 島(69)	82	83	65	77	83	67	90	83	58	78
福 岡(70)	80	83	73	79	92	69	97	91	65	76
鹿児島(89)	93	92	98	95	111	95	106	104	93	94
那 覇(134)	159	147	136	163	150	159	162	154	151	158

平均すると東北では24日、関東35日、中部48日、近畿60日、中国55日、四国65日、九州71日となっている。

図1は適用期間の日数を地図上に示したものである。全体に緯度が低くなるにつれて暑中期間は長くなる傾向にあるが、関東以北では近接する地域間での変動が大きい。特に東北地方では、太平洋側では適用期間が生じないのに対し、日本海側では20～30日程度と傾向が大きく異なっている。一方、西南日本では南西になるにしたがって暑中期間が増える傾向が明確で、日本海側で50日程度、瀬戸内海、太平洋側で60日以上となっている。奄美大島以南では100日を超えることになる。

また、地球温暖化の影響を受けて、改定の度に長くなる傾向が明らかである。図2、図3では増加した日数を日本地図上にプロットしている。JASS5が現行の2009年版に改定された際には、解説表に示される全73地点中、南西日本を中心に54の観測地で適用期間が長くなっている。短くなった地点数は日本海側を中心に12であり、

増減なしは8地点であった。これに対し、昨年示された最新の平年値を用いると、74地点中、都城を除く73地点で適用期間が増加することになる。最も増加が顕著であった銚子では+23日と半月以上増加している。増加する日数も前回のJASS5から現行JASS5は記載地点の全国平均をとると約2日であるのに対し、現行JASS5から最新の平年値による期間では全国平均で約5日の増加と増加日数も大きいものとなっている。また、中には秋田のように、これまで平年値が25℃に達していなかったところが新規に加わった例もある。

表3は、平年値ではなく、過去10年において実際に日平均気温が25℃以上となった日数（以後、実際の日数）を、代表的な観測地において例示している。同表において地名の右の括弧内の数字は、現行JASS5における適用期間の日数を示している。この数字と、各年の実際の日数を比較すると、両者には隔たりがあることが明確である。表中でマスクした欄は実際の日数がJASS5の期間を上回っていることを表すが、最近のほとんどの観測地において適用期間の予測日数を実際の日数が上回っていることがわかる。例えば鹿児島の場合には、平年値から定まる適用期間の日数89日に対し、実際の日数は、100日前後と10日程度多い結果となっている。このように、平年値すなわち30年間の平均値を用いた適用期間の設定は、危険側となる可能性があり、冷夏であることが予測されている場合を除き、直近数年の傾向を考慮して暑中コンクリート工事の適用期間を設定することが望ましいと考えられる。また、表3に示すように、平年値では25℃に達しない北部の地域においても、実際には日平均気温が25℃以上となる日が少なからず出現していることがわかる。これらについても同様の検討が必要である。

図4は福岡における日平均気温25℃以上の年間日数を1961年から2011年までの間で示している。増減を繰り返しながら全体をみると日数は増加している。特に2000年に入ってから増加が著しく、平年値とのずれも

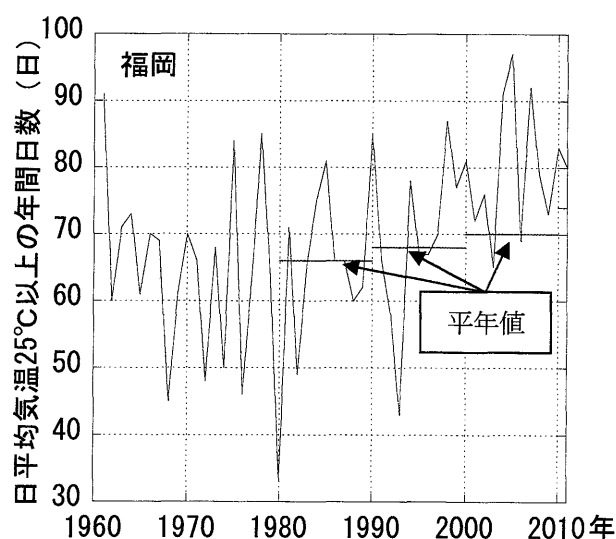


図4 福岡における日平均気温 25℃以上の年間日数の変化

2000 年以降大きくなっており、直近数年の傾向を考慮して適用期間を設定すべきことが明らかである。

そこで、表 4 に過去 5 年間の日平均気温平年値から求めた暑中期間の予測値を東京、大阪、福岡、那覇において示す。ここで用いた平年値を準用した値（以下、5 年間平年値）

は、例えば 2011 年の場合、2010 年から 2006 年、2008 年の場合は 2007 年から 2003 年というように、過去 5 年間の日平均気温に通常の平年値と同様に KZ フィルター⁵⁾を適用して値を算出している。KZ フィルターとは単純移動平均を数回繰り返す方式をいい、日別の累年平均値に対して通常は 9 日間移動平均を行った。

表 4 をみると、実際の期間と予測値の差はプラスの箇所とマイナスの箇所が同程度になることがわかる。JASS5 の期間と比較すると、プラスの箇所が 10 日程度減少していることがわかり、適用期間を比較的安全側に設定することができる。しかし、那覇では用いる期間を 5 年と短くして予測値を算出しても、実際の期間の方が予測値よりもかなりの箇所で多い結果となった。また、表 3 をみると旭川で日平均気温が 25℃以上の日があるが、KZ フィルターをかけると 5 年平年値による場合でも予測値の日数が 0 日となり、実際の日数と乖離する結果となった。これらの点については今後さらに検討が必要である。

4. まとめ

本研究は、近年の暑中環境の気候特性に関して、気象庁のデータを用いて考察を行った。また、暑中コンクリート工事の適用期間について、平年値から算定された期間と実際の比較を行い、適用期間の新たな設定方法の提案を行った。得られた知見をまとめて以下に示す。

- 1) 暑中環境は過酷化かつ長期化している傾向があり、JASS5 に記述される適用期間も平年値が改定されるごとに増加している。
- 2) 現行 JASS5 による適用期間では、日平均気温が 25℃を超える日数を少なく見積もる傾向にあり、暑中期間であるにも係わらず、対策が講じられない期間が生じる可能性がある。
- 3) 適用期間の設定に用いる気温データを気象庁の平年値ではなく、例えば直近の 5 年間のデータから平年値に

表 4 予測値の検討

実際の日数（日）

	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002
東京	77	92	52	62	63	60	72	86	46	65
大阪	85	88	84	76	88	76	91	103	72	86
福岡	80	83	73	79	92	69	97	91	65	76
那覇	159	147	136	163	150	159	162	154	151	158

5 年間平年値から求めた予測日数（提案法、日）

	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002
東京	71	66	74	70	71	75	76	73	77	80
大阪	88	89	92	92	86	87	85	83	85	87
福岡	83	87	89	89	81	83	79	78	82	83
那覇	143	143	153	141	139	140	143	143	152	150

実際の日数と提案法による予測日数の差（日）

	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002
東京	6	26	-22	-8	-8	-15	-4	13	-31	-15
大阪	-3	-1	-8	-16	2	-11	6	20	-13	-1
福岡	-3	-4	-16	-10	11	-14	18	13	-17	-7
那覇	16	4	-17	22	11	19	19	11	-1	8

実際の日数と現行 JASS5 による予測日数の差（日）

	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002
東京	19	34	-6	4	5	2	14	28	-12	7
大阪	12	15	11	3	15	3	18	30	-1	13
福岡	10	13	3	9	22	-1	27	21	-5	6
那覇	25	13	2	29	16	25	28	20	17	24

準用して算定した値にすることによって、より現状に近い予測が可能となる。

- 4) これまで、あまり暑中コンクリート工事の重要性が問われてこなかった北部の地域において、平年値から算定される適用期間に該当していなくとも、実際は暑中コンクリート工事を適用すべき期間が生じてきている。

〈参考文献〉

- 1) 日本建築学会建築工事標準仕様書・同解説 JASS 5 鉄筋コンクリート工事 2009
- 2) 小山智幸, 小山田英弘, 伊藤是清, 暑中コンクリートの現状と対策, コンクリート工学, Vol.50, No.3, pp.239-244, 2012.3.
- 3) 暑中コンクリートの施工指針・同解説, 日本建築学会, 2000.9
- 4) 気象庁ホームページ, 「過去の気象データ検索」(<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>), 2011 年 より抜粋または同データを用いて作成
- 5) 気象庁ホームページ, 「気象統計観測の解説」(<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/kaisetu/index.htm>)

(受理：平成 24 年 6 月 7 日)