

プロ野球の日程終了時における 未消化試合数のばらつきの評価

中出 康一 大栗 和久

概要

プロ野球の公式戦の日程において、球団間で全試合の終了時にばらつきが見られることが多い。このことは、優勝までの勝負の駆け引きなどに影響を与えたと考えられる。本研究では現在の公式戦日程の編成を対象に、確率を用いた解析によりチーム間の消化のばらつきを検証する。具体的には過去のデータから各月日において各球場の試合が中止になる確率を定め、その値をもとにして2000年のプロ野球セントラル・リーグの公式戦日程において、どの程度消化した試合数に差が生じているか解析する。その結果を用い、全てのチームが試合の中止に左右されることなく同じように試合を消化するよう日程の改良を試みる。

1. 序論

さまざまなスポーツにおいて試合や大会を行う際、どのようなスケジュールで行うか定める必要がある。複数のチームがスポーツ競技で対戦する試合の順序を定めるスケジュールを組む際、さまざまな制約条件が要求される。主な制約条件としては、TV放映のスケジュール、移動距離の問題、チーム間の公平性、観客にとって魅力的であるか、といったものが存在し、細かいものまで含めると数多くなる。またスポーツの種類や大会の方式(トーナメント、リーグなど)によって必要な制約条件が異なってくる。スケジュールの作成に

おいては、ほとんどが関係者による手作業によって行われているが、これらの制約条件をすべて満たす最適なスケジュールを作成することは困難であり、リーグ戦に参加するチームや試合数が多い場合には大変な時間を必要とする(Nemhauser and Trick [1], 宮代, 松井 [2])。

このようなスケジュール編成の際、スポーツの種類によっては雨などにより中止となることを考慮しなければならない。その代表的なものにプロ野球の公式戦がある。プロ野球の公式戦は2000年の場合、1シーズンに1チーム当たり135試合を行った。これはリーグ戦としては非常に長く、また雨などによって試合が中止になるとその試合は後日に延期となる。また日本はシーズン中に梅雨や台風といった雨の多い時期が存在し、自然と中止の数も増えてくる。さらに加えて最近のドーム球場の出現により、結果としてチーム間において消化した試合数に差が生じる。

本研究ではその原因として考えられる現在の公式戦日程の編成を対象に、確率を用いた解析によりチーム間の消化のばらつきを検証する。具体的には過去のデータから各月日において各球場の試合が中止になる確率を定め、その値をもとにして2000年のプロ野球(セントラル・リーグ(以下セリーグ))の公式戦日程において、どの程度消化した試合数に差が生じているか解析する。その結果を用い2000年の公式戦日程について全てのチームが試合の中止に左右されることなく同じように試合を消化するよう改良を行う。

本論文の構成は以下の通りである。節2では、プロ野球セリーグ公式戦日程の概要を述べる。節3では、過去のデータから中止になる確率を定め、その値をもとにして解析を行い最終的に2000年の日程ではどの程度各チームの試合消化に差が生じるか求める。節4では、節3での結果から2000年の公式戦日程に対する

なかで こういち

名古屋工業大学 生産システム工学科
〒466-8555 名古屋市長和区御器所町

おおぐり かずひさ

北陸先端科学技術大学院大学 知識科学研究科
〒923-1292 石川県能美郡辰口町旭台1-1

受付 01.3.15 採択 01.7.11

評価を述べる。節5では、節3での結果と節4での評価を基にして、日程の改良を行い、改良前の日程との比較を行う。節6では、結論を述べる。

2. プロ野球セリーグ公式戦日程

2000年プロ野球公式戦は、セリーグでは3月31日から当初9月28日まで組まれている。実際は、雨の中止などで10月11日に終了している。この間6チームの間で総当たり戦が27回戦ずつ行われた。ただし7月21日から27日にかけては公式戦を行わずその間にオールスターゲームが行われた。

2.1 現状の日程編成

セントラルリーグ公式サイト [3] によると公式戦日程は6球団の営業担当者や連盟職員で構成される「日程編成会議」で作成され、でき上がった日程案はリーグ理事会の承認を経て前年12月初めに発表される。この時点では組み合わせと地方試合だけの発表である。これに各チームが主催試合の開始時刻を指定し、1月下旬に詳細日程を発表する。

「日程編成会議」は2回に分けて開催される。まず前年の9月に予備会議を開いて、

- ・ 各球団が希望する地方試合の期日、都市、対戦チーム
- ・ 各球団の本拠地球場が使えない日

をそれぞれ出し合う。ここで提出された条件を踏まえて、11月の本会議で日程案の作成を行う。日程は5つのクールに分けて作る。1つのクールで全てのチームと1度ずつホーム&アウェイを行い、それを5回繰り返す。日程を作る際には、各チームの週末の主催試合数なるべく同じで、移動があまり激しくならないように、半切り返しカード(対戦を終えて別のチームと戦い、またもとの対戦に戻る)という日程なるべくないようにと考慮しながら作成を行う。ちなみに99年度の日程

会議は、2日間の計20時間を要している。

次に、中止(または引き分け)による試合の追加に関して[3]の情報を引用して述べる。最初に日程を組む際に、基本的に最初の4クールについては予備日を設けない。最終クール(2000年の場合は8月25日から9月28日)に関しては、他と比べて3連戦が少なく、半分程度が2連戦(または1戦)になっており、残りの1戦(または2戦)が同一カードの予備日となっている。そして基本的には最終クールより前の段階で中止になった試合に対しては、予備日が設けられている場合は予備日に行っている。しかし予備日が設けられていないカードや、予備日の数よりも中止の数が多くて行えない試合に関しては、最終クールの始まる段階(8月25日)で、当初の日程での最終日以降へ日程追加として発表している。ここでいう日程追加とは、当初予定された最終日より後に試合を設定することを指し、当初から設定してある予備日とは区別する。最終クール以後において中止になった試合については基本的にその都度日程追加を行っている。ちなみに2000年での予備日が設けられていた数は、阪神のホームゲームが7試合、以下ヤクルト、広島が4試合、横浜が3試合の計18試合であり、ホームがドーム球場である巨人、中日については予備日が設けられていない。

2.2 現状の公式戦日程における問題点

例として2000年の公式戦における試合の消化状況を表1にして示す。表内のGは巨人、Dは中日、YBは横浜、Sはヤクルト、Cは広島、Tは阪神を示し、()内は地方球場での中止の数を示す。またYB、S、C、Tの4チームに関しては、引き分けによる再試合を1試合ずつ含んでいるので試合数が異なっている。各チームのホームゲームの数はG、D、Cは67試合、YBは68試合、S、Tは69試合(再試合を含む)である。

表1: 2000年における試合の消化状況

	8月終了時		9月終了時		試合終了日	中止の合計	
	消化試合数	残り試合数	消化試合数	残り試合数		ホーム	アウェイ
G	113	22	135	0	9月29日	0(0)	6(0)
D	108	27	129	6	10月8日	2(1)	6(1)
YB	107	29	130	6	10月10日	7(2)	4(3)
S	103	33	126	10	10月11日	11(3)	5(2)
C	111	25	130	6	10月11日	5(1)	6(1)
T	112	24	132	4	10月6日	7(0)	5(0)

表 1 から見ても分かるとおりに、Gが日程を終了するのと最後のチームが日程を終了するのに約2週間の期間があいている。また 8 月終了時点でも最大にして 11 試合の開きが見られる。これだけの差が生じると、優勝を決めるまでの勝負の駆け引きに影響をもたらすことが考えられる。また、観ている側からしても試合数が同じでないと実際の順位がどうしても分かりにくいものとなってくる。毎年のように消化試合数に差が生じており、この差を解消するような日程の編成が求められる。

3. 未消化試合数の解析

最近 10 年間のデータをもとに解析することによって実際にどれだけチーム間の中止の数に差が生じているのかを見る。なお使用したデータは朝日新聞縮刷版 [4]、中日新聞縮刷版 [5]、ベースボール・レコード・ブック 日本プロ野球記録年鑑 [6] から用いた。

3.1 各球場における中止の確率

長いプロ野球のシーズンの中では梅雨など雨の多い時期、つまり中止になりやすい時期とそうでない時期が存在する。そのため、日にち ($x = \{3/31, 4/1, \dots, 10/22\}$) ごとに各球場における中止の確率を定める。

はじめに、6 球団の本拠地について中止の確率を定める。ただしドームでの試合については中止にならない

$$(p_G(x) = p_D(x) = 0)$$

とみなし他の 4 球場における確率 $p_{YB}(x), p_S(x), p_C(x), p_T(x)$ について定める。このために、1991 年から 2000 年の 10 年間において、日付ごとに試合数と其中で中止になった数の集計をした。ここで引き分けに関しては再試合が行われるが中止になっているわけではないため中止の数としては扱わない。

確率を求めるには 1 日だけではデータ数が少ないため、前後 5 日間のデータを元に次の計算式を用いて日付ごとに各球場で中止となる確率を求める。ただし 3/31 からの 5 日間と 10/22 までの 5 日間に対しては、その前後 5 日以内に過去 10 年試合が存在しない日が数日連続してあるため、データの存在する範囲を計算範囲とする。

$$p_i(x) = \frac{\sum_{y=x-5}^{x+5} t_i(y)}{\sum_{y=x-5}^{x+5} d_i(y)} \quad (i \in YB, S, C, T).$$

ここで、 $d_i(x)$ は球団 i の本拠地において 10 年間の中で x 日に予定された試合数、 $t_i(x)$ はその中で中止になった試合数を表す。

また計算の結果、値が 0 となる箇所が存在する。しかし実際はドーム球場で無い限り中止になる可能性がある。ここでは、 $p_i(x) > 0$ となるデータの最小値は 0.02 前後となることを考慮し、計算の結果 $p_i(x)$ が 0.02 未満のときは、 $p_i(x) = 0.02$ と設定した。

一方で、プロ野球ではそれぞれのチームの本拠地だけでなく地方球場でも試合を行う。ここでの地方球場は 6 球団の本拠地以外の球場を示す。地方球場については、球場の数が多くその上対象とするデータが少なすぎるため、データが多数とれるドーム以外の 4 球団のホーム球場の値の平均値を用いることとした。ただし地方球場のなかにドームがあるが、その場合も同様に中止にはならないとみなす。

3.2 各チーム間の対戦において未消化となる試合数の確率

節 3.1 で定めた値を用いて、2000 年の公式戦日程について当初予定された終了時において各チーム間にどの程度未消化の試合数に差が生じるのか調べる。そのためにここでは各チーム間の対戦においてどの程度未消化の試合が生じるのかを以下の方法で計算していく。

2000 年の公式戦日程をもとにして開幕日である 3 月 31 日を 1 日目として試合の無い日を除いて数えていった時、最終クールの前の段階である 8 月 24 日は 118 日目であり、当初の日程終了予定日である 9 月 28 日は 147 日目となる。まず 8 月 24 日までは各対戦カードで中止となる試合数に関する確率を求める。チーム i をホームとし、 j と対戦するカードを (i, j) ($i, j \in G, D, YB, S, C, T$) で表し、 n ($n = \{1, 2, \dots, 118\}$) 日目までに中止となる対戦カード (i, j) の試合総数が k となる確率を $p_{n,(i,j)}(k)$ とする。

$p_{n,(i,j)}(k)$ は次の関係式を持つ。以下では、各試合について、雨で中止になるかどうかは、同一日の他の試

合、並びに異なる日の試合が中止になるか否かとは独立であるとする。なおドームでの対戦は節3.1で述べたように中止にならないとみなしているの、G-Dのように全試合ドームで行われた対戦 (i, j) はすべての n に対して、 $p_{n,(i,j)}(0) = 1$ となる。

(i) n 日目に対戦があるとき(ドーム以外)

$$p_{n,(i,j)}(k) = p_{n-1,(i,j)}(k-1)s_i(n) + p_{n-1,(i,j)}(k)(1-s_i(n)),$$

(ii) n 日目に対戦が無いとき、またはドームでの対戦のとき

$$p_{n,(i,j)}(k) = p_{n-1,(i,j)}(k).$$

ここで $s_i(n)$ は n 日目に i の本拠地で試合を行うときに中止となる確率を表す。すなわちこれは節3.1の記号を用いれば、 n 日目の月日が x であるとき $s_i(n) = p_i(x)$ である。計算は倍精度で行い、

1.0×10^{-15} 未満の値に対しては、0として起こらないものとみなしている。 $n = 1, 2, \dots$ の順に計算することにより、最終クール前までに対戦カード (i, j) が k 試合中止となる確率 $p_{118,(i,j)}(k)$ を求めることができる。

次に予備日があるカードについては予備日を考慮した計算を行う。ここでの予備日は、節2.1で述べられた方法により定めている。また節2.1で示したように最終クールより前まで($n=118$)の中止が予備日に回るため、先の計算で求めた $p_{118,(i,j)}(k)$ を用いる。最終クール前までに対戦カード (i, j) に中止があるときは予備日に試合を行うとして、118日目まで当初予定された試合について、その予備日を含めて当初シーズン終了時(9月28日)に k 試合未消化となる確率を $q_{(i,j)}(k)$ とする。予備日は1日ある対戦と2日ある対戦があるが、まず1日だけあるときにそれが N' 日目であり、118日目までに m 試合の対戦があったとき $q_{(i,j)}(k)$ の計算式は次のようになる。

(i) $k = 0$ のとき

$$q_{(i,j)}(0) = p_{118,(i,j)}(0) + p_{118,(i,j)}(1)(1-s_i(N)),$$

(ii) $1 \leq k \leq m-1$

$$q_{(i,j)}(k) = p_{118,(i,j)}(k)s_i(N) + p_{118,(i,j)}(k+1)(1-s_i(N)),$$

(iii) $k = m$ のとき

$$q_{(i,j)}(m) = p_{118,(i,j)}(m)s_i(N).$$

予備日が2日(N' 日目と N'' 日目)ある対戦についても同様に考えると、 $q_{(i,j)}(k)$ の計算式は次のようになる。ただし1試合のみ中止のときは N' 日目に試合を組み入れ、そこで中止になっても N'' 日目には組み入れないとする。これは、節2.1で述べたように、最終クールが中止になった試合は予定終了日以降に試合を追加しており、予備日が最終クールに割り当てられていることによる。

(i) $k = 0$ のとき

$$q_{(i,j)}(0) = p_{118,(i,j)}(0) + p_{118,(i,j)}(1)(1-s_i(N')) + p_{118,(i,j)}(2)(1-s_i(N'))(1-s_i(N'')),$$

(ii) $k = 1$ のとき

$$q_{(i,j)}(1) = p_{118,(i,j)}(1)s_i(N') + p_{118,(i,j)}(2)s_i(N')(1-s_i(N'')) + p_{118,(i,j)}(2)(1-s_i(N'))s_i(N'') + p_{118,(i,j)}(3)(1-s_i(N'))(1-s_i(N'')),$$

(iii) $2 \leq k \leq m-2$ のとき

$$q_{(i,j)}(k) = p_{118,(i,j)}(k)s_i(N')s_i(N'') + p_{118,(i,j)}(k+1)s_i(N')(1-s_i(N'')) + p_{118,(i,j)}(k+1)(1-s_i(N''))s_i(N'') + p_{118,(i,j)}(k+2)(1-s_i(N'))(1-s_i(N'')),$$

(iv) $k = m-1$ のとき

$$q_{(i,j)}(m-1) = p_{118,(i,j)}(m-1)s_i(N')s_i(N'') + p_{118,(i,j)}(m)s_i(N')(1-s_i(N'')) + p_{118,(i,j)}(m)(1-s_i(N''))s_i(N''),$$

(v) $k = m$ のとき

$$q_{(i,j)}(m) = p_{118,(i,j)}(m)s_i(N')s_i(N'').$$

次に最終クールに関する中止となる試合数の確率を求める。最終クールの始まる段階である8月25日を1日目とすると最終日の9月28日が29日目となる。このとき $n' (= \{1, 2, \dots, 29\})$ 日目までに最終クールにおいて中止となる対戦カード (i, j) の試合総数が k' となる確

率を $r_{n,(i,j)}(k')$ とする. 計算方法としては $p_{n,(i,j)}(k)$

と同様のものを用い, 最終的に $r_{29,(i,j)}(k')$ を求める.

最後に予備日が無い場合は $p_{118,(i,j)}(k)$ と $r_{29,(i,j)}(k')$, 予備日がある場合は $q_{(i,j)}(k)$ と $r_{29,(i,j)}(k')$ を用いて次式を計算することで当初の日程終了日(9月28日)までに対戦カード (i,j) が k 試合未消化となる確率 $p_{(i,j)}(k)$ を求める.

(i) 予備日が無い対戦カード

$$p_{(i,j)}(k) = \sum_{l=0}^k p_{118,(i,j)}(k-l)r_{29,(i,j)}(l),$$

(ii) 予備日がある対戦カード

$$p_{(i,j)}(k) = \sum_{l=0}^k q_{(i,j)}(k-l)r_{29,(i,j)}(l).$$

$p_{(i,j)}(k)$ を求めることでホーム別におけるチーム i, j 間の試合にどの程度未消化の試合があるかを見ることが出来る. これをホーム別に全てのチーム間について求める. この計算結果の一部を表2に示す.

次にこの計算結果を用いてホーム, アウェイを問わずにチーム i, j 間の未消化試合数が当初の日程の終了

時に k 存在する確率 $P_{(i,j)}(k)$ を次の計算式で求める;

$$P_{(i,j)}(k) = \sum_{l=0}^k P_{(i,j)}(l)p_{(j,i)}(k-l).$$

$P_{(i,j)}(k)$ を求めることでチーム i, j 間の試合にどの程度未消化の試合があるかを見ることが出来る. これを全てのチーム間について求める. この計算結果の一部を表3に示す.

3.3 各チームにおいて未消化となる試合数の確率分布

節3.2で求めた $P_{(i,j)}(k)$ を用いて, 当初の日程終了日(9月28日)においてチーム i が k 試合未消化である確率 $g_i(k)$ を次の計算式で求める;

$$g_i(k) = \sum_{(k_{j_1}, k_{j_2}, k_{j_3}, k_{j_4}, k_{j_5}) \in A_i(k)} \prod_{l=1}^5 P_{(i,j_l)}(k_{j_l}),$$

$$(A_i(k) = \left\{ (k_{j_1}, k_{j_2}, k_{j_3}, k_{j_4}, k_{j_5}) \mid \begin{aligned} k &= k_{j_1} + k_{j_2} + k_{j_3} + k_{j_4} + k_{j_5}, \\ j_l &\neq i, j_l \neq j_{l'}, l \neq l' \end{aligned} \right\}).$$

この計算結果を表4に示す.

3.4 各チーム間での未消化試合数の差

日程終了時においてどの程度チーム間に差が生じるかを調べる.

表4の計算結果から各チームが未消化となる試合数の平均値を求めそれを表5として示す.

表2:ホーム別における当初の日程終了時の確率

YB-S		S-YB(予備1日)	
未消化試合数	確率	未消化試合数	確率
0	0.3478739	0	0.3242540
1	0.3837526	1	0.3346088
2	0.1941618	2	0.2057659
3	0.0596835	3	0.0939031
4	0.0124441	4	0.0317180
5	0.0018604	5	0.0079828
6	0.0002055	6	0.0015207
7	0.0000169	7	0.0002203
8	0.0000009	8	0.0000242
		9	0.0000019

表 3: 対戦別における当初日程終了時の未消化試合数の確率

YB-S	
未消化試合数	確率
0	0.1127995
1	0.2408350
2	0.2629454
3	0.1959506
4	0.1110270
5	0.0502293
6	0.0186050
7	0.0057288
8	0.0014823
9	0.0003249
10	0.0000606
11	0.0000096
12	0.0000013
13	0.0000001

表 4: チーム別における当初の日程終了時における未消化試合数の確率

	未消化 試合数	確率		未消化 試合数	確率		未消化 試合数	確率
G	0	0.0625875	YB	0	0.0004677	C	0	0.0009916
	1	0.1570368		1	0.0035019		1	0.0066498
	2	0.2142218		2	0.0131959		2	0.0225088
	3	0.2078580		3	0.0333762		3	0.0512927
	4	0.1588548		4	0.0637452		4	0.0885092
	5	0.1008279		5	0.0980357		5	0.1232937
	6	0.0548978		6	0.1264083		6	0.1443088
	7	0.0262005		7	0.1404736		7	0.1458356
	8	0.0111297		8	0.1372437		8	0.1297652
	9	0.0042555		9	0.1196672		9	0.1031694
	10	0.0014770		10	0.0942084		10	0.0741260
	11	0.0004683		11	0.0675839		11	0.0485649
	12	0.0001363		12	0.0445122		12	0.0292256
D	0	0.0015748	S	0	0.0006666	T	0	0.0082327
	1	0.0110705		1	0.0047823		1	0.0361905
	2	0.0378541		2	0.0172505		2	0.0829778
	3	0.0839256		3	0.0417216		3	0.1316970
	4	0.1356958		4	0.0761139		4	0.1620195
	5	0.1706361		5	0.1116968		5	0.1641026
	6	0.1738041		6	0.1372920		6	0.1420104
	7	0.1474703		7	0.1453057		7	0.1076453
	8	0.1063926		8	0.1350908		8	0.0727537
	9	0.0662968		9	0.1120007		9	0.0444276
	10	0.0361275		10	0.0837799		10	0.0247642
	11	0.0173913		11	0.0570714		11	0.0127023
	12	0.0074581		12	0.0356720		12	0.0060348

表5: 各チームの当初の日程終了時における未消化となる試合数の平均値

	平均値	予備日の数	
		ホーム	アウェイ
G	3.010939	0	5
D	5.957487	0	2
YB	7.818277	3	3
S	7.429306	4	2
C	7.096144	4	3
T	5.173603	7	3

表4と表5の結果から当初の日程終了の時点で未消化である試合数はGが少なく、YB、Sといったところが多くなっている。そこでどの程度G、YB、Sの3チームの間で差が生じているかを見るためにチーム*i*が当初の日程終了において未消化である試合数を k_i として

同時確率 $G_{G,YB,S}(k_G, k_{YB}, k_S)$ を次の計算式で求める:

$$\begin{aligned}
 & G_{(G,YB,S)}(k_G, k_{YB}, k_S) \\
 &= \sum_{(k_{G,D}, k_{G,YB}, \dots, k_{S,T}) \in B(k_G, k_{YB}, k_S)} P_{(G,D)}(k_{G,D}) \\
 & \times P_{(G,YB)}(k_{G,YB}) P_{(G,S)}(k_{G,S}) P_{(G,C)}(k_{G,C}) \\
 & \times P_{(G,T)}(k_{G,T}) P_{(YB,D)}(k_{YB,D}) P_{(YB,S)}(k_{YB,S}) \\
 & \times P_{(YB,C)}(k_{YB,C}) P_{(YB,T)}(k_{YB,T}) P_{(S,D)}(k_{S,D}) \\
 & \times P_{(S,C)}(k_{S,C}) P_{(S,T)}(k_{S,T}), \\
 & (B(k_G, k_{YB}, k_S) = \{ (k_{G,D}, k_{G,YB}, \dots, k_{S,T}) \mid \\
 & \quad k_G = k_{G,D} + k_{G,YB} + k_{G,S} + k_{G,C} + k_{G,T}, \\
 & \quad k_{YB} = k_{G,YB} + k_{YB,D} + k_{YB,S} + k_{YB,C} + k_{YB,T}, \\
 & \quad k_S = k_{G,S} + k_{S,D} + k_{YB,S} + k_{S,C} + k_{S,T} \}).
 \end{aligned}$$

この同時確率をもとに3チーム間における未消化の試合数の差を計算する。その計算結果をまとめたものを表6に示す。

表5から、平均的にはGとS、YBとの間には4~5試合ほど未消化試合の数の差があるが、表6の結果を見ると、3チーム間で4~8試合程度の差を生じる確率が高い値を示し、10試合以上の差となる確率も0.11以上になることがわかる。

4. 2000年プロ野球公式戦日程の評価

節3の結果から2000年プロ野球公式戦日程の評価をおこなう。

表6: 3チーム間における未消化の試合数の最大値と最小値の差に関する確率

<i>i</i>	未消化の試合数の最大値との最小値の差が <i>i</i> となる確率
0	0.004288
1	0.026598
2	0.056607
3	0.089608
4	0.120036
5	0.139711
6	0.142740
7	0.129060
8	0.104123
9	0.075577
10	0.049745
11	0.029910
12	0.016537
13	0.008457
14	0.004022
15	0.001786

各チームが当初の日程終了日においてどの程度試合が未消化であるかという点で見ると、表4、表5の結果から少ないのがG、そして順にT、D、C、Sとなり多いのがYBである。やはり本拠地がドームであるかそうでないかということが結果に表れていてこの結果からは現在の公式戦日程では各チーム間での未消化試合数に差が生じていると考えられる。ただしここで注目すべき点はTとDに関する結果である。Tは本拠地がドームであるDよりも少ない値を示している。この結果を示す原因を予備日の数から見る事ができる。Tの予備日は10試合(ホーム7試合、アウェイ3試合)、一方Dの予備日は2試合(アウェイ2試合)と8試合の開きがある。本拠地をドームとしていない球団につい

て、10 試合ぐらい未消化となる可能性は存在するが、20 試合以上未消化となることはほとんど無い。また D も本拠地以外であればいくらか未消化になる確率も存在する。つまりドームを本拠地としていないチームでもその分予備日を多く設けておけば、差が生じることはそれほど無いと言える。この点から考えるとドームを本拠地としている G と D、ドームを本拠地としていない T と他の 3 球団との計算結果の差と言うのは、各球場での中止になる確率に違いがあるとはいえ、予備日の数が関係していると言える。逆に言えば予想される中止の数に見合うように予備日を設けておけば、その年の天候状況にも左右されるが、本拠地がドームであるかどうかにかかわらず差は少なくなると考えられる。

5. 公式戦日程の改良

5.1 ドームでの試合に関する改良

表 4 において、未消化となる試合数の平均値が、YB, S, C の 3 球団に対し、G は 4.5 試合、D, T は 1~3 試合小さいことが分かる。そこで当初の日程にある 2 つの対戦カード G-D, G-T それぞれ 2 試合を当初の日程最終日 (9 月 28 日) 以降に回して行い、これを日程とするものである。具体的には、G-D (あるいは D-G), G-T のカードにおいて、3 連戦が組まれているうちの 1 試合を最終日以降に回す。これをそれぞれのカードにおいて 2 回行う。ただし、G-D に関しては、どちらも本拠地がドームであるためどちらのホームゲームでもよいが、G-T に関しては、T のホームゲームとすると、そこでまた中止になる可能性が存在するため、確実に試合が行える G のホームゲームのカードを対象とする。

例として 4 月 20 日(木)の G-T, 6 月 2 日(金)の D-G, 7 月 28 日(金)の D-G, 8 月 18 日(金)の G-T の 4 試合を最終日以降に回し、9 月 30 日(土), 10 月 1 日(日)に D-G の 2 連戦、10 月 4 日(水), 10 月 5 日(木)に G-T の 2 連戦を行い、その間の 9 月 29 日から 10 月 1 日は YB, S, C, T の 4 チーム間における試合の予備日、10 月 3 日から 5 日は D, YB, S, C の 4 チーム間における試合の予備日としたものを改良した日程とする。これはその箇所消化した試合数の差をなるべく抑えられるように、4 箇所を適当な間隔を置いて選び、また選んだ箇所が土日にはならないようにという点から選んだ。この日程において、従来の日程における終了日と同じ 9 月 28 日においてどの程度未消化になるか同様の計算を行い、表 5 と同じ段階の計算結果を表 7

として示す。

表 7 の結果を見ると、平均値の 1 番高いチームと 1 番低いチームとの差でも 1 試合弱と抑えることができた。実際、9 月 29 日から 10 月 5 日の予備日について、実際に行われる試合は多数の組み合わせが考えられるため、それらすべてのパターンを考慮して各チームが何試合消化するかを確率で求めることは困難である。しかし、3 日間あれば移動日を考慮しても各チーム 2 試合は通常組めるため、雨でさらに順延することを考慮してもこの 3 日間の間に各チーム 2 試合弱は行えると考えられる。したがって、9 月 28 日時点で差があまり生じなければ、各チームがそれぞれ全試合終了するのにもそれほど差が生じないと言える。

5.2 予備日に関する改良

2 つ目の方法として予備を増やすというものがある。公式戦日程の中では最終クールより前にも 3 連戦のところを 2 連戦といった個所がいくつか存在する。その空いた 1 試合も行い 3 連戦として、その分を最終クールでの対戦数を減らして予備日とする。ここで注意したいのは単に予備日を増やただけでは差に影響するとは言えないということである。例えば表 5 の結果より平均値の高い YB, S, C の予備日を増やしても相手が G であれば結局、平均値の差は変わらない。従って YB, S, C の 3 チーム間での試合に優先的に予備日を設ける必要がある。しかしながら、予備日を増やす日程の空きがほとんど無いと問題点がある。ここでいう日程の空きとは、通常 3 連戦のところ 2 連戦になっていて、1 試合空いていることを言う。2000 年の公式戦日程における日程の空きを表 8 に示す。表 8 の対戦カードは左側のチームがホームである。対戦カードは上記でいう 2 連戦と同じもので、その 2 連戦が行われている場所(左側のチームの本拠地か、地方球場)で分けて示している。また月曜日やオールスターの期間のようなもともと日程が組まれていないところは除いてある。

表 8 を見てもわかるとおりに本拠地での試合を見ると、予備日を必要としない G, D のホームゲームがあるだけで、実際に予備日を設けることができるのは 5 月 11 日の YB-G だけだが、これも相手が G ということで差を解消するには至らない。また地方球場に関しては、場所によっては長距離の移動を強いられることや、球場の使用の問題などが考えられ、難しい状況であると推測する。そうすると予備日を増やすことができないということになる。

表 7: 改良した日程において各チームの 9 月 28 日までに未消化となる試合数の平均値

	平均値
G	7.010939
D	7.957487
YB	7.818277
S	7.429306
C	7.096144
T	7.173603

表 8: 2000 年における日程の空き状況

	本拠地での試合		地方球場での試合
4/7	G-S	4/20	YB-S
4/14	G-YB	5/11	D-T
4/21	D-YB	5/12	S-YB
5/11	YB-G	5/26	C-YB
5/26	G-D	5/26	S-T
6/9	D-C	6/1	D-S
6/9	G-S	6/9	YB-T
6/22	D-G	6/16	S-D
6/29	G-T	6/22	C-T
7/6	D-YB	6/29	YB-D
8/17	D-S	7/13	G-C
		7/14	C-D
		8/3	C-S

6. 結論

本研究では、2000 年のプロ野球公式戦日程について過去のデータから試合が中止になる確率を定め、その値をもとにしてどの程度各チーム間の試合消化に差が生じているかを求めて、検証を行った。その検証から 2000 年のような日程で試合を行うと試合消化に差が生じることが言える。これはドーム球場における試合の配置を変えることで抑える事が可能である。

また予備日を多く設けることでも試合消化の差を抑えられると考えられる。しかし予備日を多く設けることは 2000 年のような日程からの改良という点では難しい。試合消化に差を無くすためには大きな日程の変更を必要とする。ただし日程の変更を行うにしても、序論で述べた制約条件も存在するため難しい問題である。

謝辞 本研究に対しご助言いただきました査読者の方々に深謝いたします。

参考文献

- [1] G. L. Nemhauser and M. A. Trick: Scheduling a major college basketball conference. *Operations Research*, 46(1998), 1-8.
- [2] 宮代隆平, 松井知己: スポーツスケジューリング問題. *スケジューリング・シンポジウム 2000 講演論文集*, 229-234.
- [3] セントラルリーグ公式サイト,
<http://www.npb.or.jp/cl/index.html>
- [4] 朝日新聞縮刷版, 朝日新聞社, 1991~1995 年版
- [5] 中日新聞縮刷版, 中日新聞社, 1991~2000 年版
- [6] ベースボール・レコード・ブック 日本プロ野球記録年鑑, ベースボールマガジン社, 1992~2000 年版