

第30回北海道マラソンにおける調査について

杉田正明¹⁾ 松生香里²⁾ 瀧澤一騎³⁾ 山口太一⁴⁾ 橋本 峻¹⁾

武富 豊⁵⁾ 宗 猛⁶⁾ 酒井勝充⁷⁾

1) 三重大学 2) 東北大学 3) アスリーツ・ラボ 4) 酪農学園大学
5) 天満屋 6) 旭化成 7) コニカミノルタ

はじめに

2016年、2020年のオリンピックを見据え、暑さ対策が不可欠といわれている夏のマラソンにおける暑熱対策を検討するための基礎的資料を得る目的で2013年度から4年間にわたり北海道マラソンにおいて、夏場の実際のレースを対象とした活動を実施してきた。夏場のマラソン走行前後における生理学的調査等を実施し、レースによる身体への影響を検討し、暑熱対策に対する一助となる指標作りやその方策を提供することを目指した取り組みである。本稿では第30回北海道マラソンにおける取り組みを報告するとともにこれまでの4年分のデータから得られた知見についてもその一部を報告する。

2016年に実施した調査の概要

対象選手は、国内及び道内招待選手ならびに有力選手の中で協力の同意が得られた男女の選手とし、2016年は男子9名、女子3名が測定対象者であった。なお、測定前に本調査の趣旨、内容などを口頭と資料で各選手に説明し、同意書を得る手続きを行った。

主な測定項目は、下記のとおりである。

- ・体重(20g単位)(前日、レース前、レース後)
- ・体温(耳管温、深部体温)(前日、レース前、レース後)
- ・採尿(試験紙での検査とSRLでの分析)(前日、レース前)
分析項目:比重、pH、クレアチニン、浸透圧、電解質、タンパク、糖、ケトン体、ウロビリノーゲン、ビリルビン、潜血
- ・血中脂質(総コレステロール、中性脂肪、HDLコレステロール、LDLコレステロール)(前日、レース前、レース後)

- ・自律神経活動(心拍数、SDNN、RMSSD、PSI、LnTP、LnLF、LnHF、LF norm、Ln(LF/HF)(前日)
- ・質問紙による給水時の量や暑さ及び運動強度の主観等の聞き取り(レース後)

これらは、これまでの測定内容にいくつか項目を追加し、より幅広い視点からレース前の基礎的コンディション把握とともに夏場のマラソンにおける基礎的データ収集を目的として実施した。

前日(8/27)の測定は、選手村となっているホテルの会議室にて午後の2時間を対応時間とし、その間に選手個人々人に対して測定の目的、方法、意義などを説明し、選手自らが十分に理解を得た上で同意書及びプロフィールに記載の後に流れ作業で諸測定を行った。レース当日(8/28)は、測定スタッフはスタート脇のテントへ6時に集合し、レース直前の測定を行うため、スタート開始の9時までの間に様々な測定を行った(写真1、2)。その後、ゴール後の測定場所へ移動し測定の体制を整えた。選手がゴールした後、道陸協や強化委員の方々の協力を得ながら対象選手をテントまで誘導し、スムーズに測定を実施することができた。

気象状況は、我々がWBGT計を用いて計測したデータを図1に示した。スタート時には約25度前後、湿度は約37%を示したが、時間経過とともに気温は上昇し、最高約31度を記録したが、湿度は上昇後低下しレース後半では約30%前後を示した。WBGTは約20～25度、黒球温度は約28～40度を示し、レース中は緩やかに上昇を示した。レースが進むにつれ暑熱の影響が緩やかに大きくなっていたことがうかがえる。招待選手・一般参加を合わせて16,122人が出走し、完走率は78.1%と昨年の82.4%より低い割合を示した。

測定結果については、これまでと同様に男女別に



写真1 スタート前の科学委員会測定用のテントの様子



写真2 スタート前の耳管温の測定の様子

各項目の平均値、最大値、最小値を掲載するかたちで報告するにとどめさせていただく。表1から5に男女の調査結果の一覧を示す。

これまでの4年分のデータから得られた知見について興味深い事例を紹介する。2013～2016年までの全対象選手におけるレース直前の尿比重を図2に示した。男子は、測定初年の2013年時には1.030

を超える選手もみられ値の幅が広範囲にわたり平均値も高かったが、年々、平均値が低下していることがわかる。一方、女子では経年的な低下傾向はみられず、対象選手それぞれの特徴が強く現れているように見受けられる。尿比重は脱水の程度を示す指標とされ、AISのガイドラインでは1.020以上は脱水とされており、理想値は1.010以下としている。2013年以降、ナショナルチームの合宿などで起床

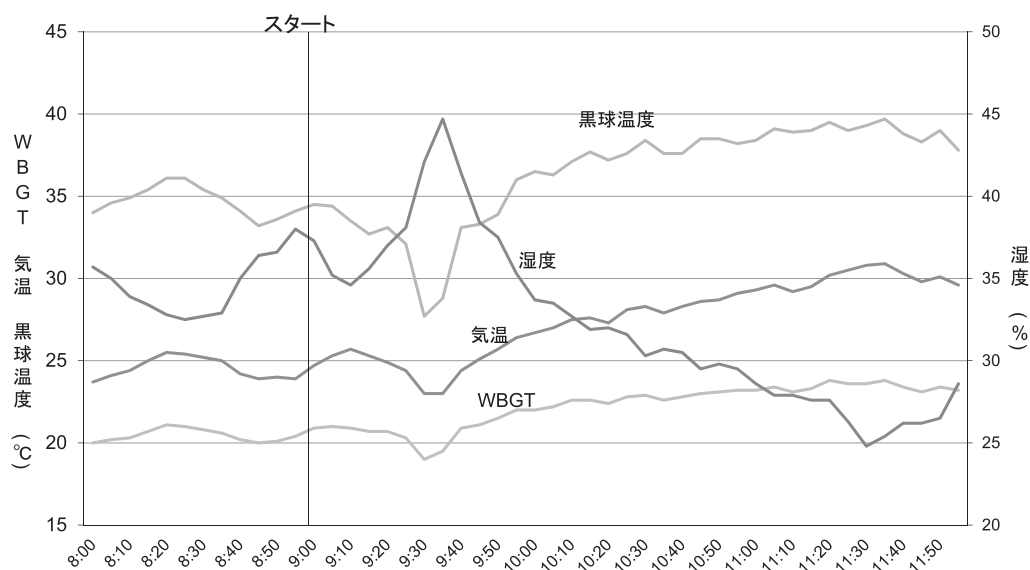


図1 第30回北海道マラソン (2016. 8. 28) における環境変化

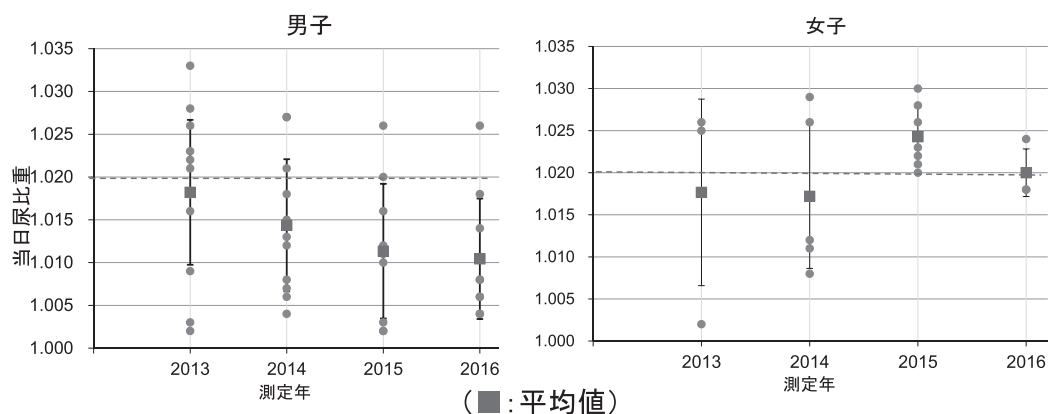


図2 2013年から2016年までの測定年ごとのレース当日の尿比重（全選手）

時の尿検査結果をフィードバックする際に、夏場の脱水予防のための指標値としての尿比重の重要性について様々な場面で説明してきており、男子ではその重要性が浸透した成果ではないかと思われるが、女子では合宿等でも起床時の尿比重値の水準が高い傾向が強く見受けられ、体重の増加を招きやすい水分補給にはあまり積極的でないことがこれらのことに影響を及ぼしている様子がうかがえる。尿比重は手軽に計測でき、重要な体内の水分量を間接的に教えてくれる意義深い指標であり、各選手にとってこの値がどのくらいが至適水準なのかを試行錯誤を重ねながら脱水、給水についての理解を深めてもらえるように今後も取り組んでいきたいと考えている。

体重の減少率や耳管温の上昇度合い、給水量などは、暑熱環境の中でのマラソンレースを走る上で、重要な指標となる。こうした調査は、レースだけでなく比較対象とするために夏場や冬場のトレーニング時やレース等でも実施し、データを収集し蓄積することが重要である。そうすることによって選手個々人の特徴を読み解き、個々人に応じた暑熱対策の方策を提示できることが可能となると考えている。そのため、今後も取り組みを充実させていきたいと考えているが、特に東京オリンピックが開催される8月に東京での長距離走行時の生理学的データ収集を含む様々な調査を実施することが望まれる。

最後になりますが、この4年間、マラソンの部の宗、武富両部長には深い理解と手厚いサポートをいただきました。おかげさまで現場での様々なデータ収集が円滑に進みましたことを付記させていただき、ご協力、ご尽力いただきました選手、スタッフ、関係者の皆様に感謝申し上げます。

謝辞

本測定を実施するに当たり、多くの学生スタッフ

の皆様大変お世話になりました。ここに感謝の意を表します。

表 1 第 30 回北海道マラソンにおける調査結果（体重、体温など）

		男子					女子				
		平均	標準偏差	最大値	最小値	n	平均	標準偏差	最大値	最小値	n
順位		17.6	13.8	42	1	8	3.7	1.2	5	2	3
記録		2:20:38	0:05:47	2:30:10	2:13:16	8	2:38:32	0:03:28	2:41:53	2:33:46	3
体重 (kg)	大会前日	60.32	4.61	67.65	53.90	9	46.68	1.66	48.30	44.40	3
	レース当日 (朝)	59.44	3.96	66.48	53.70	9	47.16	1.53	48.36	45.00	3
	レース後	55.57	3.01	59.66	50.92	8	44.63	1.83	46.16	42.06	3
	マラソン前後変化量 (kg)	-3.20	0.51	-4.14	-2.48	8	-2.73	0.42	-3.14	-2.16	3
	マラソン前後変化率 (%)	5.45	0.71	6.51	4.12	8	5.82	1.02	6.98	4.49	3
	合計 水＋スペシャル等(主観 ^①)	0.77	0.30	1.21	0.15	8	0.70	0.22	0.90	0.40	3
	マラソン前後正味変化量 (kg)	-3.96	0.53	-5.14	-3.17	8	-3.43	0.45	-4.04	-2.97	3
	マラソン前後正味変化率 (%)	6.78	0.86	8.08	5.27	8	7.32	1.20	8.98	6.16	3
耳管温 (°C)	大会前日	35.86	0.48	36.60	34.90	9	35.90	0.37	36.40	35.50	3
	レース当日 (朝)	35.99	0.84	36.90	34.20	9	36.03	0.54	36.60	35.30	3
	レース後	36.79	0.90	38.40	34.90	8	36.90	0.59	37.50	36.10	3
	マラソン前後変化量 (°C)	0.82	0.72	2.00	-0.40	8	0.87	0.05	0.90	0.80	3
	マラソン前後変化率 (%)	2.31	2.00	5.49	-1.08	8	2.40	0.10	2.49	2.27	3
深部体温 (°C)	大会前日	37.06	0.36	37.60	36.50	9	37.03	0.09	37.10	36.90	3
	レース当日 (朝)	36.78	0.27	37.20	36.30	9	36.77	0.12	36.90	36.60	3
	レース後	36.51	0.72	37.90	35.70	8	36.60	0.45	37.20	36.10	3
	マラソン前後変化量 (°C)	-0.29	0.91	-1.20	0.30	8	-0.17	0.49	-0.80	-0.10	3
	マラソン前後変化率 (%)	-0.77	2.48	-3.25	0.82	8	-0.45	1.33	-2.17	-0.27	3

表2 第30回北海道マラソンにおける調査結果（給水アンケートなど）

		男子					女子				
		平均	標準偏差	最大値	最小値	n	平均	標準偏差	最大値	最小値	n
給水	前半 (水摂取回数)	2.75	1.20	4	0	8	3.33	2.49	6	0	3
	中盤 (水摂取回数)	4.94	3.30	10	0	8	3.67	2.62	6	0	3
	後半 (水摂取回数)	3.75	1.71	6	1	8	3.00	2.16	5	0	3
	水計 (回)	11.44	5.76	19	1	8	10.00	7.26	17	0	3
	前半 (スポーツドリンク摂取回数)	0.63	1.32	4	0	8	0.33	0.47	1	0	3
	中盤 (スポーツドリンク摂取回数)	1.63	2.00	6	0	8	0.00	0.00	0	0	3
	後半 (スポーツドリンク摂取回数)	1.50	1.73	5	0	8	0.00	0.00	0	0	3
	スポーツドリンク計 (回)	3.75	4.87	15	0	8	0.33	0.47	1	0	3
	前半 (スペシャルドリンク摂取回数)	1.88	1.36	4	0	8	3.00	0.00	3	3	3
	中盤 (スペシャルドリンク摂取回数)	3.00	1.22	6	2	8	3.00	0.00	3	3	3
	後半 (スペシャルドリンク摂取回数)	2.50	1.41	5	0	8	2.67	0.47	3	2	3
	スペシャルドリンク計 (回)	7.38	3.20	15	4	8	8.67	0.47	9	8	3
	前半 (合計摂取回数)	5.25	2.99	12	2	8	6.67	2.87	10	3	3
	中盤 (合計摂取回数)	9.56	4.87	18	2	8	6.67	2.62	9	3	3
	後半 (合計摂取回数)	7.75	3.67	15	2	8	5.67	2.05	8	3	3
	合計摂取回数 (回)	22.56	10.48	45	6	8	19.00	7.48	27	9	3
	前半 (水摂取量)	84.38	35.48	120	0	8	80.00	74.83	180	0	3
	中盤 (水摂取量)	122.50	77.10	300	0	8	85.00	73.82	180	0	3
	後半 (水摂取量)	134.38	75.39	300	25	8	70.00	61.64	150	0	3
	水計 (主観ml)	341.25	158.25	570	25	8	235.00	210.12	510	0	3
	前半 (スポーツドリンク摂取量)	13.75	26.90	80	0	8	8.33	11.79	25	0	3
	中盤 (スポーツドリンク摂取量)	46.25	55.66	150	0	8	0.00	0.00	0	0	3
	後半 (スポーツドリンク摂取量)	46.88	61.79	150	0	8	0.00	0.00	0	0	3
	スポーツドリンク計 (主観ml)	106.88	134.00	350	0	8	8.33	11.79	25	0	3
	前半 (スペシャルドリンク摂取量)	65.00	50.99	150	0	8	155.00	102.71	300	75	3
	中盤 (スペシャルドリンク摂取量)	127.50	56.51	240	50	8	155.00	102.71	300	75	3
	後半 (スペシャルドリンク摂取量)	128.13	89.65	300	0	8	146.67	109.65	300	50	3
	スペシャルドリンク計 (主観ml)	320.63	153.22	560	120	8	456.67	314.78	900	200	3
	前半 (合計摂取量)	163.13	83.40	280	50	8	243.33	76.63	300	135	3
	中盤 (合計摂取量)	296.25	122.37	480	50	8	240.00	64.81	300	150	3
	後半 (合計摂取量)	309.38	165.91	600	50	8	216.67	79.30	300	110	3
	合計摂取量 (主観ml)	768.75	300.73	1210	150	8	700.00	219.13	900	395	3
	前半 (主観的な摂取量)	6.19	3.00	10	2	8	4.67	0.47	5	4	3
	中盤 (主観的な摂取量)	6.56	2.75	10	1	8	5.33	0.94	6	4	3
	後半 (主観的な摂取量)	6.63	3.07	10	1	8	5.00	0.82	6	4	3
	前半 (主観的なスポンジの利用)	2.69	1.89	5	0	8	0.00	0.00	0	0	3
	中盤 (主観的なスポンジの利用)	4.19	2.89	9	0	8	0.67	0.94	2	0	3
	後半 (主観的なスポンジの利用)	4.88	3.62	10	0	8	0.00	0.00	0	0	3
	前半 (レース中の主観的な暑さ)	3.63	1.11	6	3	8	4.00	0.00	4	4	3
	中盤 (レース中の主観的な暑さ)	5.75	1.09	7	4	8	6.33	0.47	7	6	3
	後半 (レース中の主観的な暑さ)	6.63	1.41	8	4	8	7.00	0.00	7	7	3
	前半 (主観的運動強度)	11.75	1.79	15	9	8	12.67	0.47	13	12	3
	中盤 (主観的運動強度)	16.13	1.17	18	15	8	16.67	0.47	17	16	3
	後半 (主観的運動強度)	18.88	0.93	20	17	8	18.67	1.25	20	17	3

表3 第30回北海道マラソンにおける調査結果（血中脂質）

		男子					女子				
		平均	標準偏差	最大値	最小値	n	平均	標準偏差	最大値	最小値	n
T-CHO (mg/dL)	大会前日	166.33	16.17	193	143	9	185.67	12.81	198	168	3
	レース当日 (朝)	162.44	12.28	180	137	9	200.67	28.55	227	161	3
	レース後	189.38	9.92	208	174	8	218.33	41.65	270	168	3
	マラソン前後変化量 (mg/dL)	26.25	18.08	71.00	10.00	8	17.67	27.98	56.00	-10.00	3
	マラソン前後変化率 (%)	0.17	0.14	0.52	0.06	8	0.09	0.13	0.26	-0.04	3
TG (mg/dL)	大会前日	129.56	25.09	169	94	9	160.67	59.63	235	89	3
	レース当日 (朝)	110.00	18.82	152	93	9	129.33	16.52	142	106	3
	レース後	149.75	38.95	226	94	8	183.67	40.55	241	154	3
	マラソン前後変化量 (mg/dL)	37.63	38.83	124.00	-5.00	8	54.33	34.84	99.00	14.00	3
	マラソン前後変化率 (%)	0.36	0.38	1.22	-0.05	8	0.42	0.25	0.70	0.10	3
HDL-C (mg/dL)	大会前日	48.00	5.42	56	40	9	56.00	8.29	65	45	3
	レース当日 (朝)	50.00	5.46	58	42	9	61.67	7.32	72	56	3
	レース後	47.50	5.41	53	36	8	50.33	4.19	56	46	3
	マラソン前後変化量 (mg/dL)	-2.63	6.71	9.00	-14.00	8	-11.33	9.39	0.00	-23.00	3
	マラソン前後変化率 (%)	-0.04	0.14	0.21	-0.24	8	-0.17	0.13	0.00	-0.32	3
LDL-C (mg/dL)	大会前日	92.00	16.00	115	67	9	97.00	12.83	108	79	3
	レース当日 (朝)	89.67	10.30	100	69	9	113.00	21.95	130	82	3
	レース後	111.50	6.50	126	105	8	130.67	38.85	183	90	3
	マラソン前後変化量 (mg/dL)	21.75	14.95	57.00	6.00	8	17.67	25.82	53.00	-8.00	3
	マラソン前後変化率 (%)	0.27	0.23	0.83	0.06	8	0.15	0.20	0.41	-0.06	3
L/H	大会前日	1.94	0.34	2.3	1.3	9	1.80	0.45	2.3	1.2	3
	レース当日 (朝)	1.82	0.33	2.4	1.4	9	1.83	0.37	2.3	1.4	3
	レース後	2.38	0.26	2.9	2.1	8	2.57	0.54	3.3	2	3
	マラソン前後変化量	0.55	0.37	1.00	-0.20	8	0.73	0.19	1.00	0.60	3
	マラソン前後変化率 (%)	0.34	0.25	0.71	-0.08	8	0.40	0.05	0.43	0.33	3

表 4 第 30 回北海道マラソンにおける調査結果（尿検査）

SRL		男子					女子				
		平均	標準偏差	最大値	最小値	n	平均	標準偏差	最大値	最小値	n
クレアチニン (mg/dL)	大会前日	96.75	35.11	134.40	40.76	9	75.61	12.03	89.54	60.19	3
	レース当日 (朝)	50.23	35.88	135.89	15.05	9	53.10	11.10	66.2	39.07	3
	レース後										
浸透圧 (mOsm/kg・H ₂ O)	大会前日	794.89	225.53	1119	436	9	946.33	57.25	1000	867	3
	レース当日 (朝)	466.22	271.32	1077	178	9	847.67	88.18	971	770	3
	レース後										
Na (mEq/L)	大会前日	179.33	50.20	288	110	9	202.33	22.94	229	173	3
	レース当日 (朝)	109.22	66.09	263	26	9	203.33	18.19	229	189	3
	レース後										
K (mEq/L)	大会前日	53.47	26.68	96.0	17.9	9	58.00	18.12	80.9	36.6	3
	レース当日 (朝)	27.92	20.09	66.5	10.6	9	61.00	2.10	63.9	59.0	3
	レース後										
Cl (mEq/L)	大会前日	221.56	78.59	400	120	9	251.33	42.24	287	192	3
	レース当日 (朝)	137.22	85.67	346	44	9	255.33	22.17	284	230	3
	レース後										
Ca (mg/dL)	大会前日	17.92	7.85	30.70	4.60	9	25.10	6.88	30.6	15.4	3
	レース当日 (朝)	11.27	7.24	28.80	2.20	9	18.00	2.98	21.6	14.3	3
	レース後										
Mg (mg/dL)	大会前日	7.32	3.66	12.3	1.9	9	11.13	1.05	12.6	10.2	3
	レース当日 (朝)	3.14	2.22	7.7	0.6	9	6.13	1.55	8.1	4.3	3
	レース後										
Fe (μ g/dL)	大会前日	7.56	3.65	17	5	9	6.00	0.82	7	5	3
	レース当日 (朝)	0.11	0.31	1	0	9	0.00	0.00	0	0	3
	レース後										
比重	大会前日	1.021	0.006	1.029	1.011	9	1.025	0.001	1.027	1.024	3
	レース当日 (朝)	1.012	0.007	1.027	1.004	9	1.021	0.003	1.026	1.019	3
	レース後										
pH	大会前日	6.33	0.41	7.0	5.5	9	6.00	0.00	6.0	6.0	3
	レース当日 (朝)	6.33	0.67	7.5	5.5	9	6.83	0.47	7.5	6.5	3
	レース後										

表 5 第 30 回北海道マラソンにおける調査結果（自律神経活動）

		男子					女子				
		平均	標準偏差	最大値	最小値	n	平均	標準偏差	最大値	最小値	n
心拍数	大会前日	57.00	8.91	68.00	41.00	7	63.00	5.00	68	58	2
SDNN	大会前日	93.59	54.92	206.50	49.40	7	54.50	11.10	65.6	43.4	2
RMSSD	大会前日	87.86	67.53	218	33	7	38.50	7.50	46	31	2
PSI	大会前日	4.55	0.78	5.33	2.98	7	5.20	0.02	5.21	5.18	2
LnTP	大会前日	7.87	1.08	10.1	6.8	7	7.07	0.06	7.13	7.01	2
LnLF	大会前日	6.857	1.495	9.900	5.340	7	5.850	0.330	6.180	5.520	2
LnHF	大会前日	6.20	1.22	7.7	4.5	7	5.30	0.85	6.2	4.5	2
LF norm	大会前日	63.05	18.39	89.7	36.6	7	59.85	25.10	84.9	34.8	2
Ln(LF/HF)	大会前日	1.12	0.16	1.4	0.9	7	1.15	0.25	1.4	0.9	2