

## 褐毛和種(熊本系)の遺伝的能力の推移について

### 1. はじめに

家畜改良センターでは、肥育農家の同意が得られた枝肉情報等からなる和牛各品種のデータベースを管理・運営しており、褐毛和種(熊本系)については、褐毛和種(熊本系)枝肉情報全国データベース(以下、「褐毛DB」)を管理・運営しています。褐毛DBを構築するにあたり、肥育者情報、格付情報の調査・入力等については公益社団法人日本食肉格付協会が行い、肥育牛の子牛登記情報の入力等については一般社団法人日本あか牛登録協会が行っています。

褐毛DBの目的の一つは、全国的な和牛の改良の動向を把握することであり、家畜改良センターでは、蓄積されたデータをもとに褐毛和種(熊本系)の種雄牛及び繁殖雌牛の遺伝的能力(育種価)を評価し、育種価の生年別の平均により示した遺伝的能力の推移についての情報を提供しています。

### 2. 評価方法

#### (1) 評価に用いたデータ

今回の評価は、肉用牛改良増殖強化対策事業「優良種雄牛効率選抜・高度利用」で収集されたデータ(1988年4月～2009年12月と畜分)及び褐毛DBから収集されたデータ(2010年1月～2025年12月と畜分)を用いました。これらの事業で収集されたデータは、全国で肥育・と畜された牛の一部であり、全てのと畜された牛をカバーしているわけではありません。

・遺伝的パラメーターの推定及び個体の育種価算出	124,895 件
・血縁情報	209,964 件

#### (2) 評価形質

評価した形質と観測値の平均等を表1に示しました。

表1. 各形質の観測値の平均及び標準偏差

形 質	データ数	平均 ±	標準 偏差	最小値	最大値
日齢枝肉重量(kg/day)	124,895	0.585 ±	0.075	0.303	0.924
枝肉重量(kg)		449.0 ±	56.0	260.0	718.0
ロース芯面積(cm <sup>2</sup> )		51.4 ±	8.1	28	98
バラの厚さ(cm)		7.32 ±	0.86	4.0	13.0
皮下脂肪厚(cm)		2.66 ±	0.88	0.1	7.9
歩留基準値		73.0 ±	1.3	67.0	80.0
BMS(No.)		3.39 ±	1.33	1	12
BCS(No.)		3.85 ±	0.63	1	7
しまり		2.73 ±	0.76	1	5
きめ		3.18 ±	0.62	1	5
と畜時月齢(参考)		25.3 ±	1.9	19.0	36.0

※ 日齢枝肉重量 = 枝肉重量 ÷ と畜日齢

### (3) 遺伝的パラメーターの推定

遺伝的パラメーターは、以下の効果を考慮し、REML 法(単形質アニマルモデル)により推定しました(表2)。

母数効果: 性別、と畜年×と畜月、肥育者、月齢一次回帰(日齢枝肉重量は除く)、

月齢二次回帰(日齢枝肉重量は除く)

変量効果: 個体、残差

表2. 遺伝的パラメーターの推定値

形質名	遺伝率	遺伝分散 ( $\sigma_a^2$ )	表型分散 ( $\sigma_a^2 + \sigma_e^2$ )
日齢枝肉重量(kg/day)	0.65	0.0027	0.0042
枝肉重量(kg)	0.54	1081.70	2001.04
ロース芯面積(cm <sup>2</sup> )	0.48	23.44	48.67
バラの厚さ(cm)	0.45	0.28	0.63
皮下脂肪厚(cm)	0.62	0.46	0.75
歩留基準値	0.58	0.90	1.55
BMS(No.)	0.63	0.98	1.56
BCS(No.)	0.42	0.16	0.39
しまり	0.58	0.30	0.52
きめ	0.43	0.14	0.33

※ 遺伝率 = 遺伝分散(遺伝子が原因のばらつき) ÷ 表型分散(全ばらつき)  
どのくらいの割合が遺伝的要因によるものかを示しています。

### (4) 育種価の算出

個体の育種価は、上記パラメーターを用いてBLUP法(単形質アニマルモデル)により算出し、2006年1月1日から2010年12月31日の間に生まれた繁殖雌牛(後代で枝肉成績を有するものが1頭以上存在する個体)の育種価の平均値を0(ゼロ: 遺伝ベース)として補正を行いました。なお、遺伝ベースは、過去16年前から20年前の5年間に生まれた繁殖雌牛の育種価の平均値として、毎年変更しています。例として、ある個体の枝肉重量の育種価が+10kgであった場合、過去16年前から20年前の間に生まれた繁殖雌牛の平均的能力よりも遺伝的に10kg 優れていることを表しています。

枝肉成績を有する後代が1頭以上存在する種雄牛は389頭、繁殖雌牛は47,115頭でした。

### 3. 育種価の生年別平均の推移について

育種価の生年別平均の推移は遺伝的トレンドとも呼ばれ、本資料においては、枝肉成績を有する後代が1頭以上存在する種雄牛及び繁殖雌牛の生年別の育種価平均により示しています(表3及び図1)。

育種価平均の推移をみると、どの形質においても概ね順調に改良が進んでいます。

表3. 種雄牛及び繁殖雌牛の育種価の生年別平均

生年	頭数		日齢枝肉重量 (kg/day)		枝肉重量(kg)		ロース芯面積 (cm <sup>2</sup> )		バラの厚さ(cm)		皮下脂肪厚(cm)	
	種雄牛	繁殖雌牛	種雄牛	繁殖雌牛	種雄牛	繁殖雌牛	種雄牛	繁殖雌牛	種雄牛	繁殖雌牛	種雄牛	繁殖雌牛
1991	8	1,235	-0.033	-0.033	-22.526	-20.970	-2.464	-2.390	-0.360	-0.313	-0.088	0.168
1992	10	1,049	-0.024	-0.034	-15.360	-22.071	-0.931	-2.161	-0.147	-0.294	0.278	0.106
1993	5	1,010	-0.029	-0.035	-12.746	-22.940	0.403	-2.325	-0.351	-0.316	-0.270	0.106
1994	8	1,002	-0.022	-0.030	-13.890	-19.337	0.201	-2.004	-0.061	-0.190	0.204	0.090
1995	10	1,249	-0.042	-0.030	-30.048	-18.648	-2.084	-1.858	-0.239	-0.158	-0.093	0.072
1996	7	1,246	-0.006	-0.029	-6.651	-19.285	0.419	-1.874	-0.175	-0.245	0.335	0.069
1997	7	1,143	-0.017	-0.023	-14.647	-15.340	0.088	-1.721	-0.032	-0.214	0.110	0.106
1998	9	852	0.000	-0.018	-3.996	-12.568	-0.874	-1.684	-0.190	-0.187	0.245	0.177
1999	8	727	-0.016	-0.021	-12.888	-14.603	-0.880	-1.521	-0.199	-0.172	-0.048	0.086
2000	6	711	-0.028	-0.023	-22.054	-16.040	-4.464	-1.790	-0.378	-0.198	0.096	-0.027
2001	5	838	0.015	-0.017	12.698	-11.916	5.858	-1.313	0.198	-0.103	-0.558	-0.033
2002	7	831	-0.007	-0.019	-3.343	-13.226	-0.104	-1.416	-0.178	-0.133	-0.016	-0.016
2003	7	789	-0.011	-0.014	-5.775	-9.532	-1.247	-0.761	-0.243	-0.063	-0.366	0.008
2004	9	767	-0.025	-0.013	-20.946	-9.207	0.220	-0.467	0.025	-0.049	-0.217	0.039
2005	5	688	-0.032	-0.007	-21.684	-4.758	-1.371	-0.287	-0.688	-0.031	0.016	0.025
2006	7	773	0.008	-0.004	1.284	-2.908	3.593	-0.348	-0.186	-0.019	-0.055	0.032
2007	7	686	0.014	-0.004	6.736	-2.663	1.258	0.030	0.095	0.016	0.042	0.025
2008	6	558	0.001	0.000	-6.155	-0.217	0.512	-0.193	-0.459	-0.021	-0.143	0.017
2009	6	516	0.000	0.001	-0.256	1.042	3.083	0.088	-0.048	-0.005	-0.388	-0.031
2010	9	562	0.002	0.009	-1.174	6.509	0.755	0.552	0.045	0.032	-0.050	-0.063
2011	5	709	-0.005	0.008	-7.094	5.578	0.044	0.748	0.141	0.043	-0.311	-0.040
2012	9	482	0.017	0.006	5.619	3.271	2.637	2.167	0.065	-0.020	-0.329	-0.078
2013	4	587	0.016	0.006	4.566	2.587	5.287	2.334	-0.084	-0.048	-0.738	-0.045
2014	6	709	-0.027	0.006	-26.837	2.215	3.243	2.853	-0.241	-0.070	-0.462	-0.078
2015	7	737	0.052	0.006	35.742	2.241	6.084	3.027	-0.003	-0.091	-0.072	-0.033
2016	5	902	0.037	0.006	18.824	2.216	3.407	3.564	0.490	-0.061	-0.053	-0.058
2017	2	823	0.058	0.008	35.207	3.350	6.653	3.914	0.277	-0.042	0.792	-0.058
2018	5	644	0.013	0.008	4.128	3.349	4.415	4.213	0.185	-0.029	0.039	-0.093
2019	6	634	0.031	0.010	23.736	3.821	3.667	4.376	0.602	-0.013	0.262	-0.110
2020	2	535	0.060	0.014	47.266	7.513	9.274	6.182	0.557	0.010	-0.359	-0.219

注1) 育種価の生年別平均の推移は遺伝的トレンドとも呼ばれます。

2) 枝肉成績を有する後代が1頭以上存在する個体の育種価を平均の算出に用いています。

3) 育種価は過去16年前から20年前の5年間に生まれた繁殖雌牛の育種価の平均値を0として補正しています。例えば、2020年の種雄牛の枝肉重量は47.266kgと記載されていますが、2020年生まれの平均的な種雄牛は、過去16年前から20年前の間に生まれた繁殖雌牛の平均的能力よりも、遺伝的に47.266kg優れていることを表しています。

4) 種雄牛当たりの後代数等の違いにより、各個体の育種価の正確度にはばらつきがあるため、育種価の生年別平均値の正確性は生年により異なります。例えば、後代1頭の成績に基づいて推定した育種価の正確度は低く、後代100頭の成績に基づいて推定した育種価の正確度は比較的高くなります。正確度が低ければ、新たな後代成績を追加して再評価した際に、評価結果が変動する可能性が高くなり、正確度の低い種雄牛が多い年の育種価平均は、変動する可能性が高くなります。

5) 種雄牛及び近年の雌牛における遺伝的トレンドの変動は、平均算出に用いた種雄牛及び繁殖雌牛の頭数が少ないこと、加えて、それらの後代頭数が少ないことも影響しています。

(表3. 続き)

生年	歩留基準値		BMS(No.)		BCS(No.)		しまり		きめ	
	種雄牛	繁殖雌牛	種雄牛	繁殖雌牛	種雄牛	繁殖雌牛	種雄牛	繁殖雌牛	種雄牛	繁殖雌牛
1991	-0.244	-0.410	-0.860	-1.270	0.192	0.254	-0.494	-0.719	-0.299	-0.465
1992	-0.272	-0.301	-0.660	-1.083	0.153	0.249	-0.390	-0.622	-0.302	-0.402
1993	0.231	-0.329	-0.784	-1.016	0.286	0.213	-0.446	-0.586	-0.278	-0.376
1994	-0.012	-0.228	-0.394	-0.817	0.132	0.219	-0.274	-0.482	-0.147	-0.300
1995	-0.024	-0.183	-0.369	-0.752	0.254	0.209	-0.284	-0.439	-0.210	-0.279
1996	-0.289	-0.237	-0.137	-0.839	0.117	0.198	-0.092	-0.495	-0.089	-0.318
1997	0.098	-0.274	-0.349	-0.827	0.121	0.158	-0.167	-0.481	-0.106	-0.302
1998	-0.421	-0.349	-0.309	-0.849	0.008	0.169	-0.200	-0.489	-0.122	-0.303
1999	-0.065	-0.210	-0.365	-0.632	0.128	0.123	-0.217	-0.358	-0.123	-0.222
2000	-0.679	-0.151	-0.068	-0.546	-0.017	0.071	-0.025	-0.292	0.039	-0.177
2001	1.232	-0.072	-0.272	-0.315	0.032	0.021	-0.180	-0.174	0.001	-0.102
2002	-0.069	-0.101	-0.086	-0.333	-0.089	0.005	-0.085	-0.169	-0.017	-0.099
2003	0.066	-0.034	-0.290	-0.232	0.067	0.021	-0.211	-0.132	-0.068	-0.080
2004	0.482	-0.015	0.118	-0.119	-0.029	0.019	0.118	-0.063	0.050	-0.042
2005	-0.414	-0.025	-0.364	-0.174	0.090	0.057	-0.204	-0.110	-0.254	-0.072
2006	0.383	-0.059	0.311	-0.160	0.126	0.091	0.106	-0.099	0.081	-0.061
2007	0.113	0.026	0.131	0.014	0.092	0.027	0.057	-0.002	0.030	-0.014
2008	-0.081	-0.044	0.451	0.032	0.026	-0.035	0.181	0.030	0.158	0.013
2009	0.729	0.027	0.410	0.043	0.024	-0.054	0.160	0.030	0.156	0.030
2010	0.177	0.068	0.284	0.131	-0.067	-0.073	0.110	0.082	0.073	0.061
2011	0.477	0.094	0.469	0.185	-0.148	-0.086	0.235	0.109	0.205	0.087
2012	0.597	0.309	0.771	0.553	-0.147	-0.083	0.349	0.280	0.207	0.196
2013	1.200	0.282	0.221	0.606	0.141	-0.084	0.049	0.300	0.011	0.213
2014	0.978	0.368	0.024	0.643	0.214	-0.087	-0.084	0.322	-0.042	0.228
2015	0.431	0.334	0.842	0.625	-0.312	-0.099	0.496	0.312	0.366	0.219
2016	0.605	0.450	0.296	0.674	-0.040	-0.091	0.139	0.327	-0.009	0.231
2017	-0.031	0.495	-0.027	0.715	-0.095	-0.100	-0.056	0.353	0.052	0.242
2018	0.605	0.574	0.411	0.823	-0.163	-0.103	0.172	0.399	0.108	0.273
2019	0.354	0.615	0.612	0.874	-0.136	-0.101	0.406	0.424	0.094	0.286
2020	1.331	0.912	0.822	0.985	0.073	-0.111	0.351	0.477	0.006	0.321

注1) 育種価の生年別平均の推移は遺伝的トレンドとも呼ばれます。

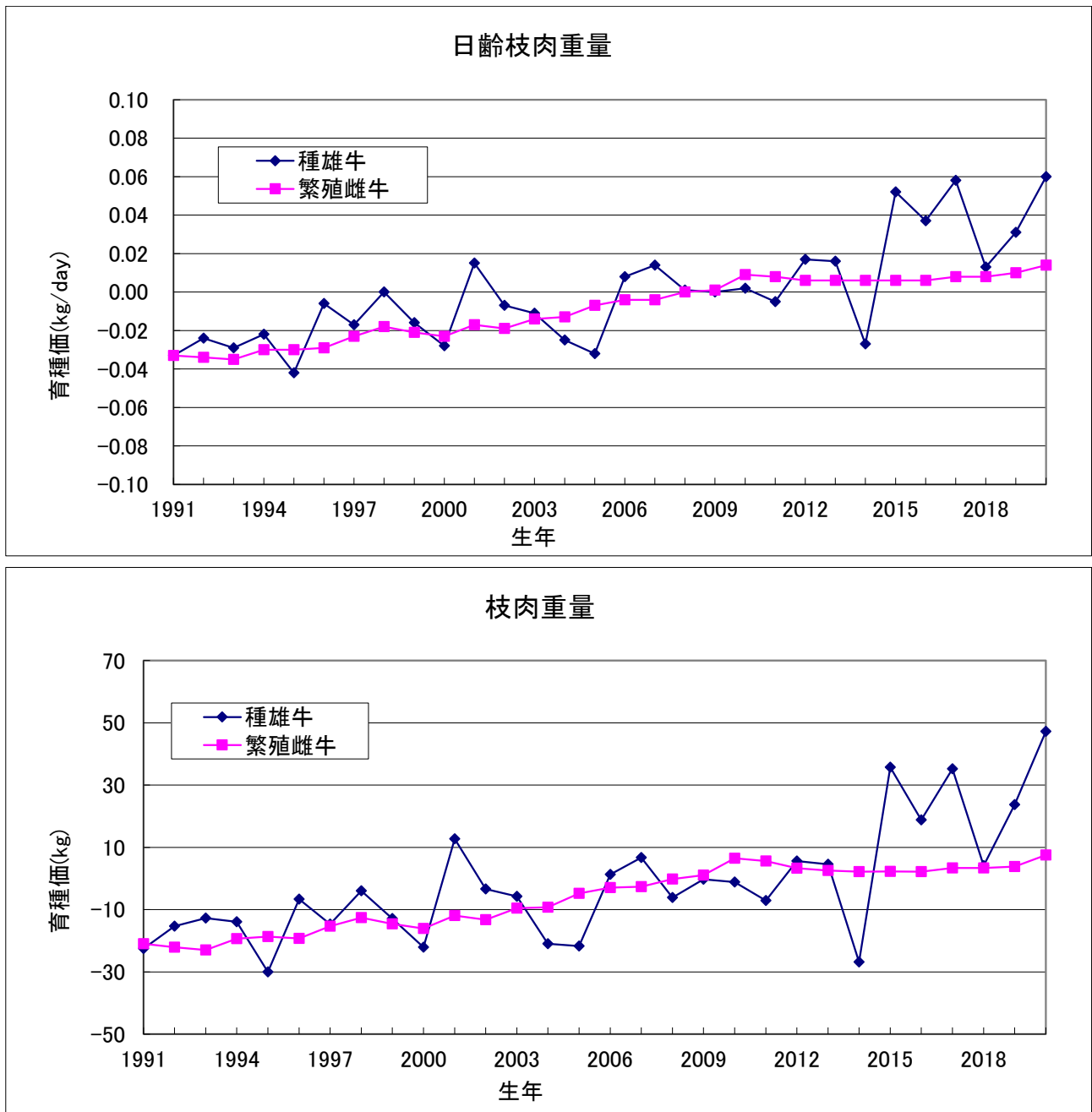
2) 枝肉成績を有する後代が1頭以上存在する個体の育種価を平均の算出に用いています。

3) 育種価は過去16年前から20年前の間に生まれた繁殖雌牛の育種価の平均値を0として補正しています。

4) 種雄牛当たりの後代数等の違いにより、各個体の育種価の正確度にはばらつきがあるため、育種価の生年別平均値の正確性は生年により異なります。例えば、後代1頭の成績に基づいて推定した育種価の正確度は低く、後代100頭の成績に基づいて推定した育種価の正確度は比較的高くなります。正確度が低ければ、新たな後代成績を追加して再評価した際に、評価結果が変動する可能性が高くなり、正確度の低い種雄牛が多い年の育種価平均は、変動する可能性が高くなります。

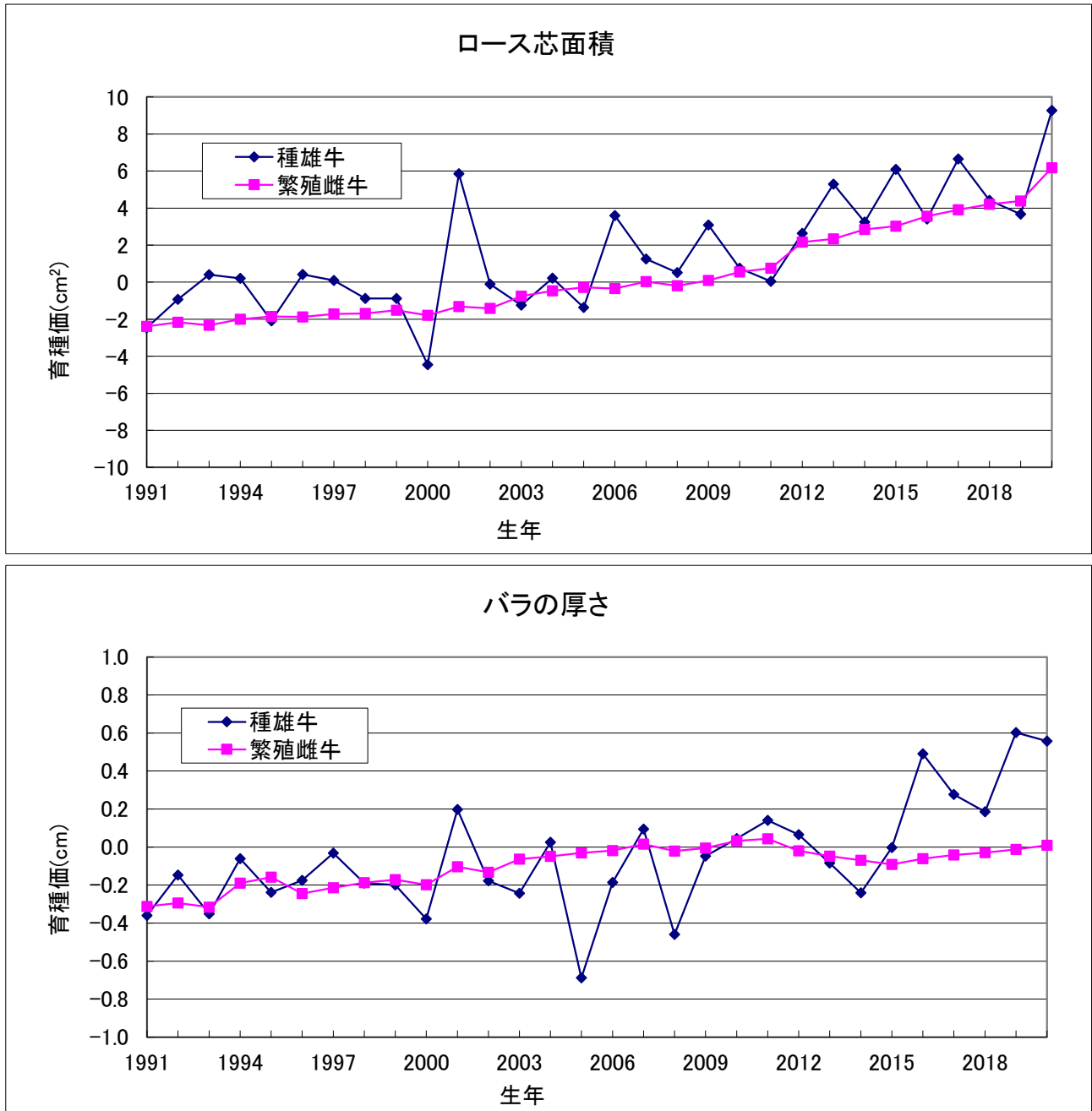
5) 種雄牛及び近年の雌牛における遺伝的トレンドの変動は、平均算出に用いた種雄牛及び繁殖雌牛の頭数が少ないこと、加えて、それらの後代頭数が少ないことも影響しています。

図1. 枝肉成績を有する後代が1頭以上存在する種雄牛及び繁殖雌牛の育種価の生年別平均



- 注1) 育種価の生年別平均の推移は遺伝的トレンドとも呼ばれます。
- 2) 枝肉成績を有する後代が1頭以上存在する個体の育種価を平均の算出に用いています。
- 3) 育種価は過去16年前から20年前の間に生まれた繁殖雌牛の育種価の平均値を0として補正しています。
- 4) 種雄牛当たりの後代数等の違いにより、各個体の育種価の正確度にはばらつきがあるため、育種価の生年別平均値の正確性は生年により異なります。例えば、後代1頭の成績に基づいて推定した育種価の正確度は低く、後代100頭の成績に基づいて推定した育種価の正確度は比較的高くなります。正確度が低ければ、新たな後代成績を追加して再評価した際に、評価結果が変動する可能性が高くなり、正確度の低い種雄牛が多い年の育種価平均は、変動する可能性が高くなります。
- 5) 種雄牛及び近年の雌牛における遺伝的トレンドの変動は、平均算出に用いた種雄牛及び繁殖雌牛の頭数が少ないこと、加えて、それらの後代頭数が少ないことも影響しています。

(図1. 続き)



注1) 育種価の生年別平均の推移は遺伝的トレンドとも呼ばれます。

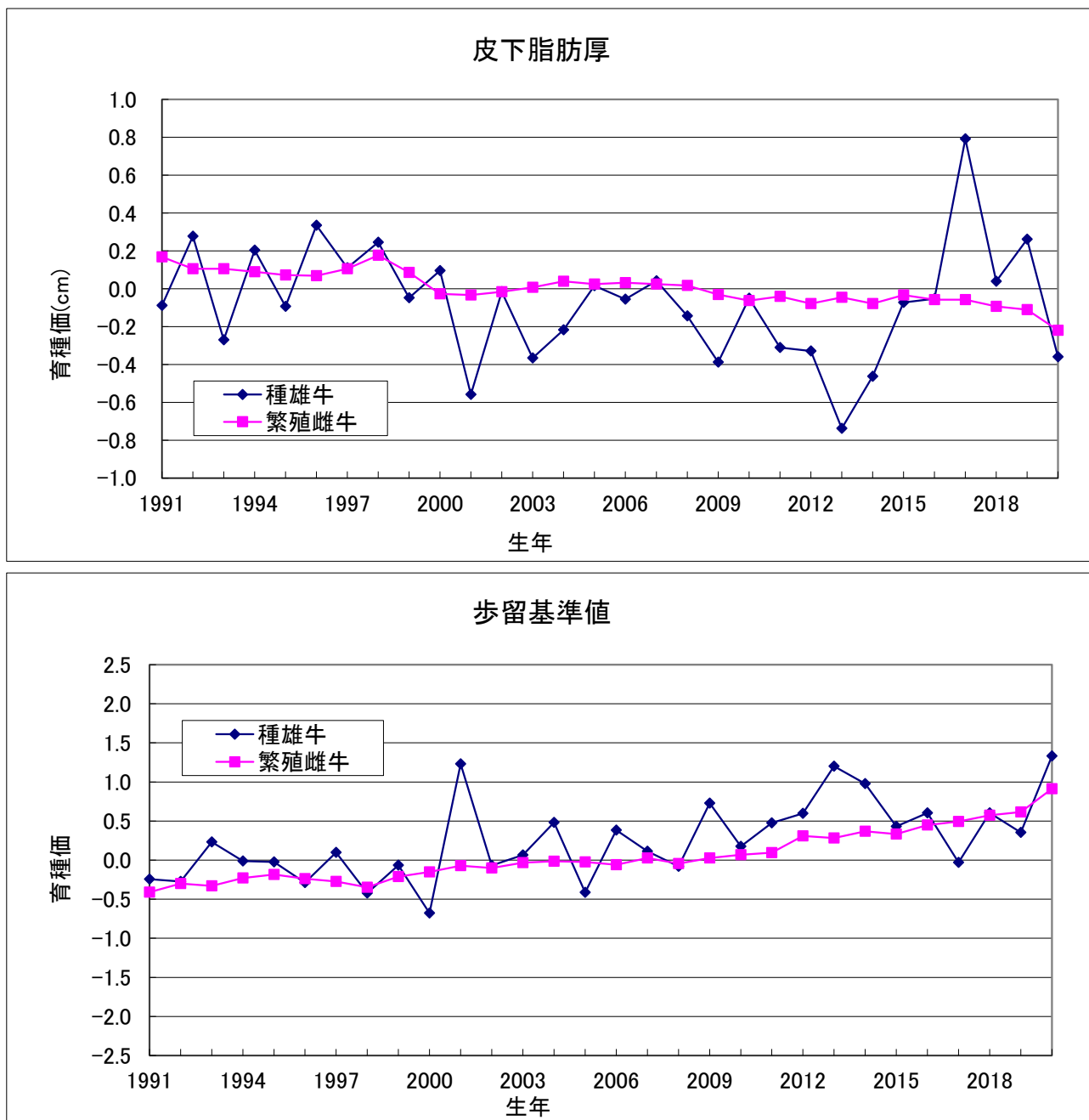
2) 枝肉成績を有する後代が1頭以上存在する個体の育種価を平均の算出に用いています。

3) 育種価は過去16年前から20年前の間に生まれた繁殖雌牛の育種価の平均値を0として補正しています。

4) 種雄牛当たりの後代数等の違いにより、各個体の育種価の正確度にはばらつきがあるため、育種価の生年別平均値の正確性は生年により異なります。例えば、後代1頭の成績に基づいて推定した育種価の正確度は低く、後代100頭の成績に基づいて推定した育種価の正確度は比較的高くなります。正確度が低ければ、新たな後代成績を追加して再評価した際に、評価結果が変動する可能性が高くなり、正確度の低い種雄牛が多い年の育種価平均は、変動する可能性が高くなります。

5) 種雄牛及び近年の雌牛における遺伝的トレンドの変動は、平均算出に用いた種雄牛及び繁殖雌牛の頭数が少ないこと、加えて、それらの後代頭数が少ないことも影響しています。

(図1. 続き)



注1) 育種価の生年別平均の推移は遺伝的トレンドとも呼ばれます。

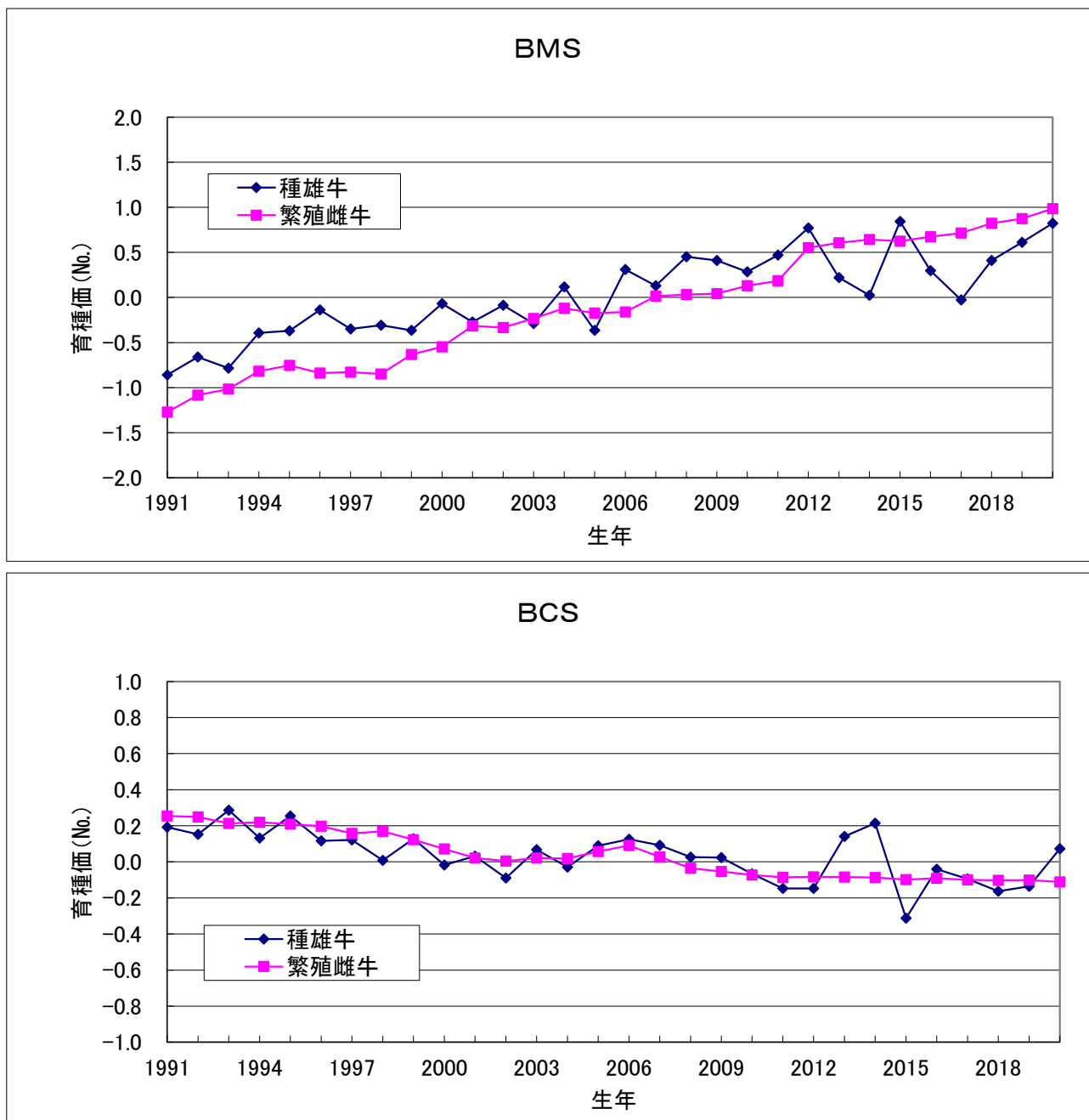
2) 枝肉成績を有する後代が1頭以上存在する個体の育種価を平均の算出に用いています。

3) 育種価は過去16年前から20年前の間に生まれた繁殖雌牛の育種価の平均値を0として補正しています。

4) 種雄牛当たりの後代数等の違いにより、各個体の育種価の正確度にはばらつきがあるため、育種価の生年別平均値の正確性は生年により異なります。例えば、後代1頭の成績に基づいて推定した育種価の正確度は低く、後代100頭の成績に基づいて推定した育種価の正確度は比較的高くなります。正確度が低ければ、新たな後代成績を追加して再評価した際に、評価結果が変動する可能性が高くなり、正確度の低い種雄牛が多い年の育種価平均は、変動する可能性が高くなります。

5) 種雄牛及び近年の雌牛における遺伝的トレンドの変動は、平均算出に用いた種雄牛及び繁殖雌牛の頭数が少ないこと、加えて、それらの後代頭数が少ないことも影響しています。

(図1. 続き)



注1) 育種価の生年別平均の推移は遺伝的トレンドとも呼ばれます。

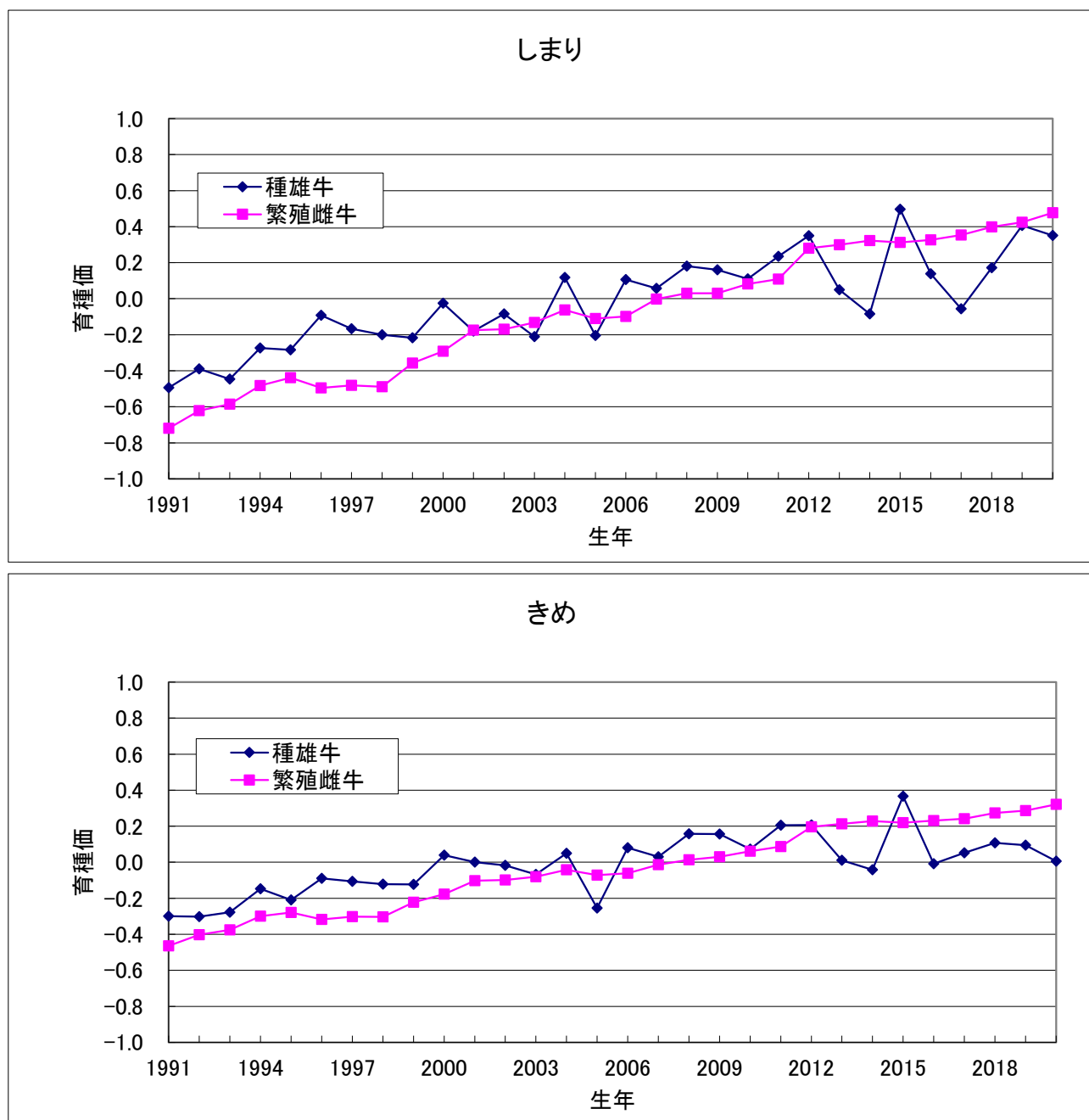
2) 枝肉成績を有する後代が1頭以上存在する個体の育種価を平均の算出に用いています。

3) 育種価は過去16年前から20年前の間に生まれた繁殖雌牛の育種価の平均値を0として補正しています。

4) 種雄牛当たりの後代数等の違いにより、各個体の育種価の正確度にはばらつきがあるため、育種価の生年別平均値の正確性は生年により異なります。例えば、後代1頭の成績に基づいて推定した育種価の正確度は低く、後代100頭の成績に基づいて推定した育種価の正確度は比較的高くなります。正確度が低ければ、新たな後代成績を追加して再評価した際に、評価結果が変動する可能性が高くなり、正確度の低い種雄牛が多い年の育種価平均は、変動する可能性が高くなります。

5) 種雄牛及び近年の雌牛における遺伝的トレンドの変動は、平均算出に用いた種雄牛及び繁殖雌牛の頭数が少ないこと、加えて、それらの後代頭数が少ないことも影響しています。

(図1. 続き)



注1) 育種価の生年別平均の推移は遺伝的トレンドとも呼ばれます。

2) 枝肉成績を有する後代が1頭以上存在する個体の育種価を平均の算出に用いています。

3) 育種価は過去16年前から20年前の間に生まれた繁殖雌牛の育種価の平均値を0として補正しています。

4) 種雄牛当たりの後代数等の違いにより、各個体の育種価の正確度にはばらつきがあるため、育種価の生年別平均値の正確性は生年により異なります。例えば、後代1頭の成績に基づいて推定した育種価の正確度は低く、後代100頭の成績に基づいて推定した育種価の正確度は比較的高くなります。正確度が低ければ、新たな後代成績を追加して再評価した際に、評価結果が変動する可能性が高くなり、正確度の低い種雄牛が多い年の育種価平均は、変動する可能性が高くなります。

5) 種雄牛及び近年の雌牛における遺伝的トレンドの変動は、平均算出に用いた種雄牛及び繁殖雌牛の頭数が少ないこと、加えて、それらの後代頭数が少ないことも影響しています。

## (参考情報) 遺伝相関について

遺伝相関とは2つの形質間の遺伝的な関連性がどの程度なのかを表します。具体的には-1~+1の範囲で示され、遺伝相関が1に近いほど2つの形質は遺伝的な関連性が強く、遺伝的に似た形質であるといえます。また、ある形質間の遺伝相関が高いと、一方の形質を改良することで、他方の形質も間接的に改良を行うことができます。

ただし、遺伝相関は全体としての傾向ですので、個体として考えた場合は必ずしも当てはまるとは限りません。例えば、枝肉重量とバラの厚さは約0.6と比較的1に近い遺伝相関ですが、枝肉重量は大きいけれど、バラの厚さは大きくないという個体もいる可能性がありますので、ご注意ください。

なお、遺伝相関の推定には、遺伝率と同じ要因を考慮し、2022年12月までにと畜され、異常値等を除外したデータのみ利用し、2形質アニマルモデルの総当たりにより推定しました。推定結果を次ページの参考1及び2に示します。

(参考1) 遺伝相関及び残差相関

形質名	枝肉重量	ロース芯面積	バラの厚さ	皮下脂肪厚	歩留基準値	BMS	BCS	しまり	きめ
枝肉重量	—	0.37	0.62	0.36	-0.19	0.10	-0.13	0.10	0.11
ロース芯面積	0.44	—	0.29	-0.14	0.69	0.36	-0.19	0.30	0.29
バラの厚さ	0.64	0.31	—	0.42	0.02	0.30	-0.24	0.33	0.35
皮下脂肪厚	0.42	0.13	0.34	—	-0.73	-0.09	-0.02	-0.05	-0.04
歩留基準値	-0.05	0.67	0.24	-0.53	—	0.35	-0.14	0.30	0.29
BMS	0.22	0.23	0.23	0.16	0.11	—	-0.54	0.99	0.97
BCS	-0.15	-0.06	-0.11	-0.07	0.01	-0.09	—	-0.59	-0.63
しまり	0.21	0.18	0.24	0.15	0.07	0.60	-0.11	—	0.99
きめ	0.20	0.15	0.22	0.15	0.04	0.54	-0.15	0.44	—

※ 右上: 遺伝相関、左下: 残差相関

※ 日齢枝肉重量と枝肉重量の遺伝相関: 0.999、日齢枝肉重量と枝肉重量の残差相関: 0.993

※ 日齢枝肉重量は枝肉重量と同様の傾向を示したため省略

(参考2) 遺伝共分散及び残差共分散

形質名	枝肉重量	ロース芯面積	バラの厚さ	皮下脂肪厚	歩留基準値	BMS	BCS	しまり	きめ
枝肉重量	—	56.529	10.420	7.768	-5.650	2.995	-1.703	1.757	1.246
ロース芯面積	66.272	—	0.701	-0.450	3.056	1.595	-0.358	0.750	0.484
バラの厚さ	11.432	0.911	—	0.148	0.008	0.146	-0.051	0.093	0.065
皮下脂肪厚	6.813	0.349	0.108	—	-0.471	-0.060	-0.005	-0.017	-0.009
歩留基準値	-1.194	2.665	0.113	-0.227	—	0.314	-0.054	0.149	0.097
BMS	4.952	0.856	0.103	0.064	0.065	—	-0.208	0.508	0.334
BCS	-2.154	-0.130	-0.032	-0.019	0.005	-0.032	—	-0.129	-0.092
しまり	2.996	0.407	0.066	0.038	0.028	0.211	-0.024	—	0.193
きめ	2.656	0.318	0.057	0.035	0.015	0.175	-0.030	0.088	—

※ 右上: 遺伝共分散、左下: 残差共分散

※ 日齢枝肉重量と枝肉重量の遺伝共分散: 2.256、日齢枝肉重量と枝肉重量の残差共分散: 1.095

※ 日齢枝肉重量は枝肉重量と同様の傾向を示したため省略