

黒毛和種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肉用牛枝肉情報全国データベース(以下、「枝肉DB」)を管理・運営しています。枝肉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公益社団法人全国和牛登録協会が行っています。

枝肉DBの目的の一つは、全国的な改良の動向を把握することにあり、家畜改良センターでは、蓄積されたデータをもとに全国域での黒毛和種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、肉用牛等能力評価体制強化対策事業で収集されたデータ(1988年4月～2001年12月と畜分)及び枝肉DBから収集されたデータ(2002年1月～2024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(2023年度に収集されたデータ数は、同年度に格付された和牛の約52%)に関するものであり、全てのと畜された牛のデータをカバーしているわけではありません。

・個体の育種価算出 4,906,151 件

・遺伝的パラメーターの推定 4,392,257 件

(遺伝的パラメーターの推定には、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ています。)

(2)血縁情報

・個体の育種価算出 6,988,204 件

(3)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)	4,906,151	0.522	±	0.079	0.218	0.948
枝肉重量(kg)		467.2	±	65.0	250.0	798.0
ロース芯面積(cm ²)		59.9	±	11.5	20	157
バラの厚さ(cm)		7.8	±	1.0	3.0	19.9
皮下脂肪厚(cm)		2.6	±	0.8	0.1	9.7
歩留基準値		74.3	±	1.7	67.0	88.3
BMS(No.)		6.7	±	2.5	1	12
<hr/>						
(参考)と畜月齢		29.5	±	2.0	22	38

※ 日齢枝肉重量 = 枝肉重量 ÷ と畜日齢

(4) 遺伝的パラメーターの推定

遺伝的パラメーターは、Gibbs sampling 法(単形質アニマルモデル)により推定しました。推定結果を表2に示しました。

表2. 遺伝的パラメーターの推定値

	遺伝率	遺伝分散 (σ_a^2)	表型分散 ($\sigma_a^2 + \sigma_e^2$)
日齢枝肉重量(kg/day)	0.60	0.0018	0.0031
枝肉重量(kg)	0.58	1262.40	2196.22
ロース芯面積(cm ²)	0.57	50.58	88.04
バラの厚さ(cm)	0.47	0.34	0.73
皮下脂肪厚(cm)	0.63	0.37	0.59
歩留基準値	0.65	1.53	2.37
BMS(No.)	0.68	2.83	4.15

※ 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。

(5) 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、2005年から2009年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15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とし、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15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枝肉重量が10kg 優れていることを表しています。

種雄牛のうち、枝肉成績を有する後代が1頭以上存在する個体は6,301頭、繁殖雌牛のうち、枝肉成績を有する後代が1頭以上存在する個体は1,548,655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)。これは、改良の動向を示すだけでなく、種牛に求められる能力への時代のニーズも反映されています。例えば、牛肉の輸入自由化等への対策として、1991年から公益社団法人全国和牛登録協会により実施された育種価評価事業の全国的な展開により、1990年代中頃を境に改良速度の向上が認められる形質もあります。

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。直近においては特にロース芯面積、歩留基準値及びBMSにおいて、種雄牛の成績が大きく向上していますが、枝肉重量は横ばいとなっています。2019年生まれの種雄牛は後代頭数が少なく、育種価の正確度が高くないため、もう少し様子を見る必要がありますが、ロース芯面積、歩留基準値及びBMSでは改良速度が上昇している可能性があります。

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 ²)	
	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
1987	64	12,669	-0.032	-0.039	-26.081	-32.134	-5.867	-7.721
1988	76	16,812	-0.037	-0.037	-31.458	-30.448	-5.765	-7.386
1989	98	21,731	-0.046	-0.034	-37.289	-28.114	-6.035	-7.102
1990	110	24,852	-0.046	-0.034	-37.974	-28.723	-4.916	-6.745
1991	139	29,000	-0.051	-0.035	-41.052	-29.315	-5.715	-6.286
1992	116	30,171	-0.051	-0.034	-41.703	-28.679	-4.898	-5.970
1993	126	29,585	-0.054	-0.034	-44.044	-28.402	-4.543	-5.648
1994	158	32,059	-0.046	-0.033	-37.362	-26.997	-4.093	-5.266
1995	191	36,111	-0.049	-0.030	-41.145	-25.046	-4.124	-4.810
1996	220	36,979	-0.042	-0.029	-35.557	-24.251	-3.102	-4.365
1997	231	42,264	-0.039	-0.027	-33.036	-22.177	-3.189	-4.071
1998	213	44,092	-0.038	-0.022	-32.044	-18.213	-3.034	-3.828
1999	217	47,021	-0.032	-0.019	-26.899	-16.162	-1.972	-3.557
2000	216	52,364	-0.027	-0.014	-23.735	-12.010	-1.789	-3.282
2001	217	49,266	-0.026	-0.016	-22.498	-13.030	-1.500	-2.843
2002	207	49,869	-0.026	-0.014	-22.716	-11.845	-0.008	-2.453
2003	215	52,120	-0.020	-0.012	-18.123	-10.277	-0.399	-2.310
2004	197	57,228	-0.017	-0.010	-15.848	-8.225	-0.208	-1.952
2005	228	61,147	-0.012	-0.006	-13.950	-4.812	0.119	-1.286
2006	217	67,015	-0.016	-0.002	-15.230	-1.400	1.210	-0.715
2007	193	69,105	-0.007	0.000	-8.860	-0.254	2.313	-0.020
2008	182	60,609	-0.006	0.002	-8.452	1.934	2.944	0.664
2009	192	57,005	-0.006	0.006	-8.170	5.060	2.703	1.538
2010	175	50,411	-0.006	0.006	-8.192	5.047	3.982	2.223
2011	172	44,389	0.000	0.005	-3.261	4.060	4.529	3.416
2012	171	44,213	-0.005	0.003	-8.376	2.493	4.440	4.446
2013	167	48,805	0.002	0.004	-4.173	3.820	4.905	5.143
2014	172	52,198	0.012	0.007	5.154	5.311	7.560	5.752
2015	170	56,294	0.016	0.011	7.629	8.434	7.407	6.384
2016	146	58,261	0.022	0.015	13.952	11.594	8.276	6.901
2017	158	55,887	0.025	0.017	15.638	13.262	10.573	7.826
2018	148	51,103	0.027	0.018	17.260	14.076	11.402	8.769
2019	126	42,032	0.028	0.020	16.729	15.281	12.897	9.600

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のみを平均の算出に用いています。

3)育種価は過去15年から20年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。

例えば、2019年の種雄牛の枝肉重量は16.729kgと記載されていますが、2019年生まれの平均的な種雄牛は、過去15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16.729kg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と、加えて、それらの後代頭数が少ないと影響しています。

(表3. 続き)

生年	バラの厚さ(cm)		皮下脂肪厚(cm)		歩留基準値		BMS(No.)	
	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
1987	-0.531	-0.590	0.038	0.231	-0.820	-1.208	-2.728	-3.671
1988	-0.540	-0.559	0.015	0.204	-0.727	-1.139	-2.512	-3.567
1989	-0.650	-0.534	-0.035	0.203	-0.719	-1.115	-2.749	-3.453
1990	-0.640	-0.520	-0.023	0.184	-0.571	-1.033	-2.337	-3.328
1991	-0.654	-0.502	-0.072	0.153	-0.605	-0.928	-2.466	-3.115
1992	-0.661	-0.483	-0.037	0.145	-0.527	-0.873	-2.075	-2.930
1993	-0.628	-0.466	-0.086	0.138	-0.385	-0.818	-1.852	-2.748
1994	-0.531	-0.429	-0.031	0.125	-0.388	-0.749	-1.746	-2.553
1995	-0.567	-0.383	-0.085	0.130	-0.323	-0.687	-1.789	-2.362
1996	-0.492	-0.359	-0.029	0.116	-0.257	-0.611	-1.345	-2.180
1997	-0.432	-0.326	-0.027	0.097	-0.262	-0.559	-1.254	-1.986
1998	-0.400	-0.265	-0.046	0.082	-0.212	-0.523	-1.106	-1.749
1999	-0.306	-0.229	-0.083	0.063	-0.044	-0.471	-0.781	-1.571
2000	-0.294	-0.177	-0.093	0.056	-0.044	-0.446	-0.632	-1.353
2001	-0.336	-0.196	-0.055	0.037	-0.084	-0.372	-0.420	-1.194
2002	-0.253	-0.165	-0.154	0.022	0.264	-0.302	-0.244	-0.995
2003	-0.234	-0.139	-0.075	0.021	0.095	-0.285	-0.159	-0.832
2004	-0.177	-0.109	-0.043	0.010	0.100	-0.234	0.080	-0.689
2005	-0.165	-0.065	-0.068	0.000	0.147	-0.151	0.049	-0.481
2006	-0.129	-0.014	-0.119	0.006	0.380	-0.091	0.377	-0.253
2007	-0.070	-0.003	-0.119	-0.006	0.481	0.004	0.527	-0.002
2008	-0.097	0.020	-0.121	0.001	0.541	0.075	0.861	0.258
2009	-0.072	0.068	-0.062	-0.001	0.469	0.184	0.799	0.542
2010	-0.046	0.069	-0.177	-0.034	0.751	0.304	1.322	0.734
2011	0.022	0.052	-0.077	-0.086	0.719	0.509	1.554	1.041
2012	-0.046	0.021	-0.158	-0.136	0.797	0.689	1.690	1.317
2013	-0.007	0.048	-0.185	-0.153	0.855	0.797	1.744	1.473
2014	0.060	0.077	-0.259	-0.153	1.198	0.878	2.338	1.637
2015	0.103	0.127	-0.209	-0.135	1.131	0.938	2.008	1.754
2016	0.163	0.183	-0.119	-0.122	1.130	0.990	2.406	1.918
2017	0.247	0.224	-0.224	-0.154	1.562	1.149	2.788	2.116
2018	0.312	0.256	-0.297	-0.179	1.769	1.307	2.998	2.320
2019	0.354	0.283	-0.197	-0.181	1.907	1.419	3.624	2.555

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。

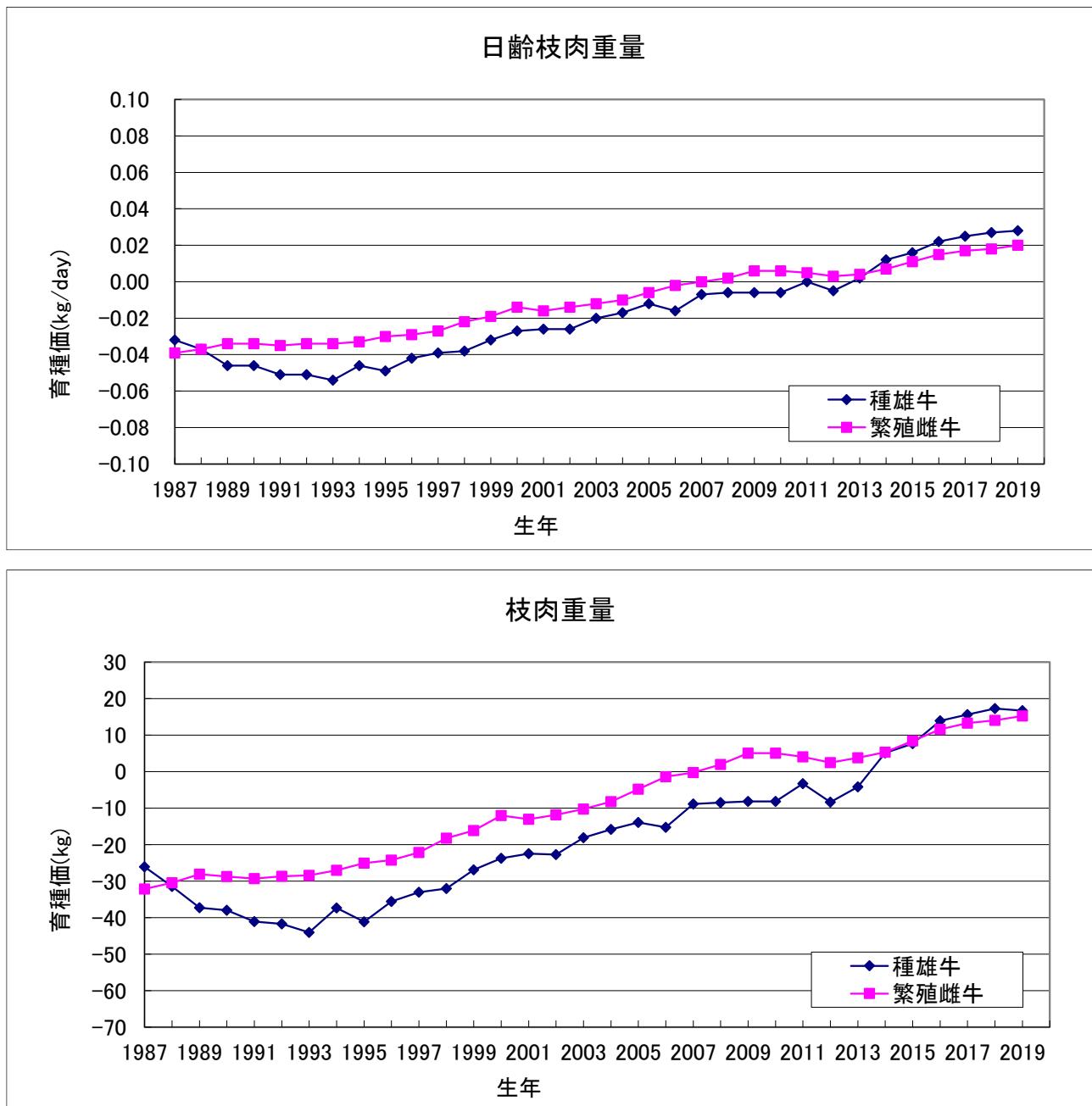
2)枝肉成績を有する後代が1頭以上存在する個体の育種価のみを平均の算出に用いています。

3)育種価は過去15年から20年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と、加えて、それらの後代頭数が少ないと影響しています。

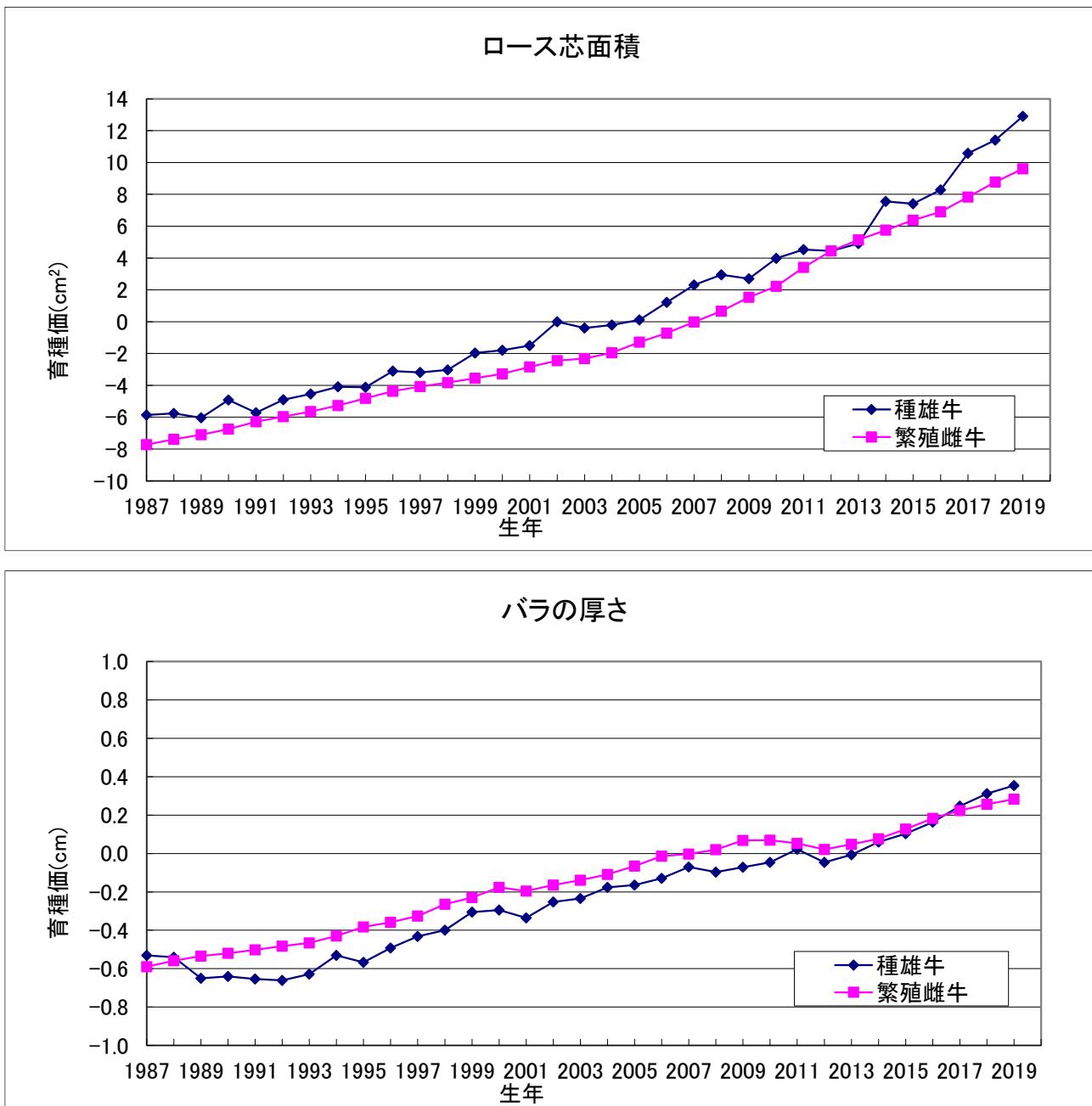
図1. 種雄牛及び繁殖雌牛の育種価の生年別平均



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のみを平均の算出に用いています。
- 3)育種価は過去15年から20年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と、加えて、それらの後代頭数が少ないと影響しています。

(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。

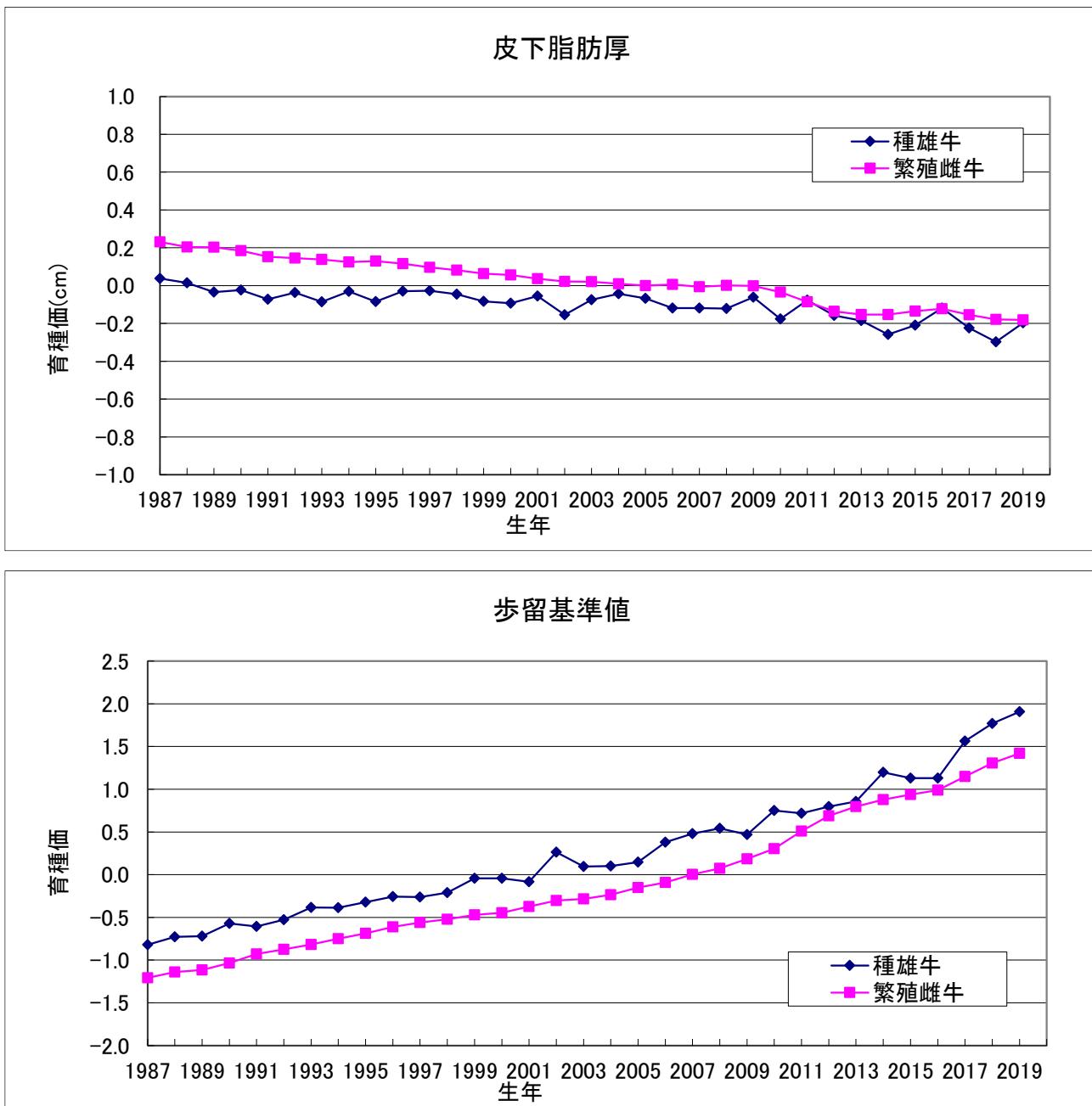
2)枝肉成績を有する後代が1頭以上存在する個体の育種価のみを平均の算出に用いています。

3)育種価は過去15年から20年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と、加えて、それらの後代頭数が少ないと影響しています。

(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。

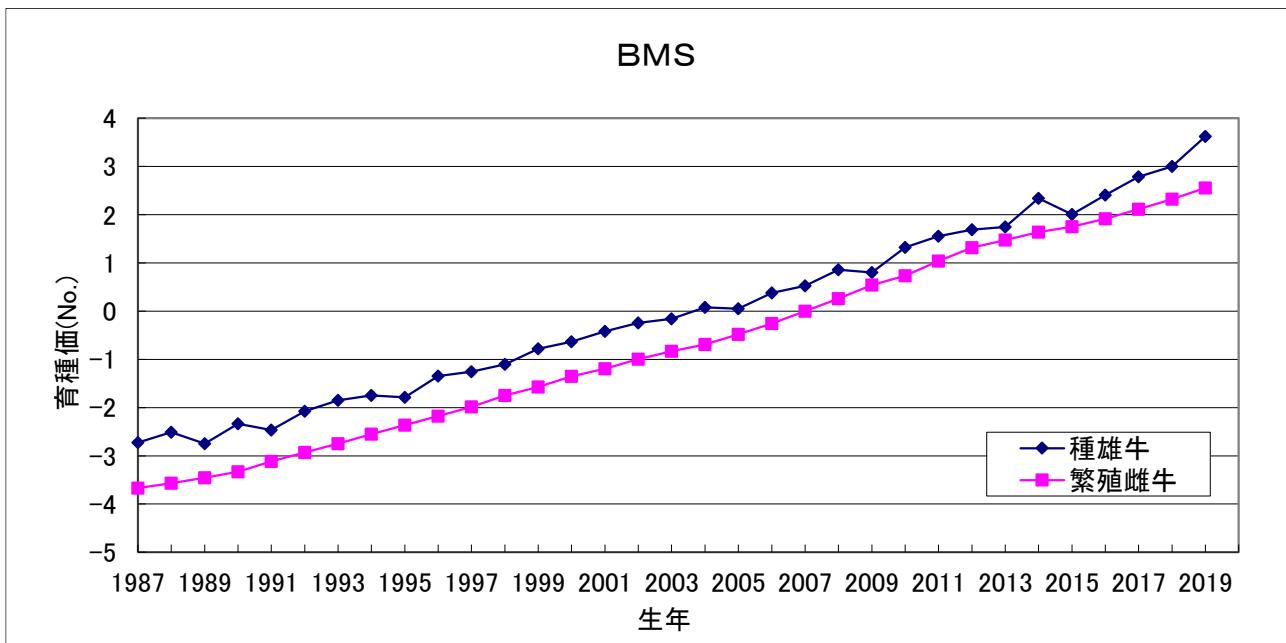
2)枝肉成績を有する後代が1頭以上存在する個体の育種価のみを平均の算出に用いています。

3)育種価は過去15年から20年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と、加えて、それらの後代頭数が少ないと影響しています。

(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のみを平均の算出に用いています。

3)育種価は過去15年から20年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と、加えて、それらの後代頭数が少ないと影響しています。

(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。育種改良に役立てていただくために、参考情報として今年度から遺伝相関等に関する情報提供を開始しました。

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。

(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
枝肉重量	—	0.34	0.60	0.26	-0.03	0.16
ロース芯面積	0.56	—	0.31	-0.27	0.84	0.60
バラの厚さ	0.61	0.43	—	0.25	0.22	0.36
皮下脂肪厚	0.28	0.09	0.21	—	-0.65	-0.16
歩留基準値	0.21	0.79	0.48	-0.41	—	0.58
BMS	0.28	0.39	0.31	0.06	0.33	—

※ 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: 0.994

※ 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
枝肉重量	—	85.705	12.398	5.584	-1.418	9.398
ロース芯面積	104.760	—	1.302	-1.162	7.425	7.187
バラの厚さ	11.491	1.629	—	0.089	0.162	0.353
皮下脂肪厚	4.036	0.248	0.060	—	-0.490	-0.165
歩留基準値	5.977	4.412	0.270	-0.174	—	1.206
BMS	9.980	2.767	0.221	0.033	0.343	—

※ 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: 1.649、日齢枝肉重量と枝肉重量の残差共分散: 1.085

※ 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