

遺伝的多様性の保持のための繁殖計画案

【前提】

日本動物園水族館協会生物多様性委員会にて活用している個体群管理システムである PMx を活用し分析を行った。ライチョウは野生個体の個体識別が出来ているので、今回の遺伝的解析では卵を採取した巣に就いていた個体を「創始個体」として扱う。平成 27 および 28 年に乗鞍岳から採取した卵から孵化した個体を「野生由来」と呼び、これらを繁殖させて得られた個体を「飼育下繁殖個体」と呼ぶ。

【現状】(表 1・2、グラフ 1)

野生由来個体で、まだ繁殖していない個体は 8 個体で全てオスである。このうち、野生由来個体で、同じ巣から採取した卵から孵化した個体は血縁があるため、まだ繁殖していなくても、血縁個体を介して遺伝子を次世代に伝えることができている個体もいる。(表 1、表 2. N6、10、13、14、16、20 の 6 個体)。しかし、N8 の父親 (WILD11) と N9 の両親 (WILD9、10) の 3 個体に由来する遺伝子は次世代に伝わっていない。N8 は、N20、N21 と同じ巣に由来し、母親 (WILD12) は共通なので、WILD11 由来の遺伝子を残そうとすると、WILD12 由来の遺伝子の比率も増えてしまうが、WILD11 由来の遺伝子を次世代以降に残すことで改善できる余地はある。

【もっとも遺伝的多様性に有効なペア】(表 3)

- N9 と N26 をペアにし、3 個体の子を得られれば dGD が 0.0038 となり、GD (遺伝的多様性) は増加。
- N8 と N24 をペアにし、同様に 3 個体の子を得られれば、dGD は -0.0033 となるが、N9・N26 ペアの繁殖により、dGD (遺伝的多様性差異) は差し引き 0.0005 とわずかがプラスになる。

以上により、遺伝的多様性に配慮した繁殖を行うのであれば、2019 年は上記 2 ペアの繁殖を優先し、他の個体は繁殖させるべきではない。GD を優先するなら、富山に N24、26、27 を集め、N9 と交尾させて得た卵を各園に分散して人工孵化を行うことも考えられる。また、N8 を繁殖に参加させるなら、N24 と交尾させ、N9 は N26、27 と交尾させること考えられる。この場合、N9 を上野、N8 を大町に移動し、各園で繁殖に取り組むことも考えられる。

【繁殖計画】(表 4・5)

以上の遺伝学的検討も行ったが、個体の移動を最低限に抑えながら、試験個体群で得るべき科学的知見の収集にも取り組むために平成 31 年における繁殖計画は、①施設での繁殖技術の向上 (親鳥による抱卵・育雛技術などを含む)、②腸内細菌叢構築の取り組みなどの試み、などを考慮し以下のように計画した。5 施設で最大 7 ペアでの繁殖を行う予定である。ただし、これらの計画は個体の健康状態などで変更する可能性がある。

- ①-1 富山：N8×N15 による親鳥による抱卵・育雛を目指す
- ①-2 富山：N9×N45 による繁殖
- ②上野：N14 (富山から成体移動予定) ×N27 による繁殖
- ③-1 大町：N20×N24 による繁殖 (前年度産卵に至らなかったメスでの検証)
- ③-2 大町：N18 (または N20) ×N21 による繁殖 (N24 が産卵に至らなかった場合に備えて)
- ④那須：N25×N43 による繁殖 (前年度産卵期が遅れたメスでの検証)
- ⑤いしかわ；N16 (富山から成体移動予定) ×N26 (上野から成体移動済) による繁殖

飼育下ライチョウにおける遺伝的分析について

表 1 : 個体情報 (オス)

UniqueID	Location	LocalID	Sex	BirthDate	Sire	Dam	F	MK	MKRank	dGDbreed
N9	TOYAMA Z	15-009	Male	2015/7/2	WILD9	WILD10	0	0.0172	1M	0.183
N13	TOKYOUENO	16-004	Male	2016/6/26	WILD5	WILD6	0	0.0345	2M	0.154
N8	TOYAMA Z	15-010	Male	2015/6/27	WILD11	WILD12	0	0.0377	3M	0.149
N10	TOKYOUENO	16-001	Male	2016/6/26	WILD1	WILD16	0	0.0431	4M	0.14
N16	TOYAMA Z	16-007	Male	2016/6/29	WILD3	WILD4	0	0.0496	5M	0.129
N20	OMACHI	16-009	Male	2016/7/1	WILD13	WILD12	0	0.0539	6M	0.122
N11	TOKYOUENO	16-002	Male	2016/6/26	WILD1	WILD16	0	0.0603	7M	0.111
N25	NASU AK	U-04	Male	2017/6/21	N11	N12	0	0.0603	7M	0.111
N18	OMACHI	16-011	Male	2016/6/30	WILD14	WILD15	0	0.0647	9M	0.104
N6	TOYAMA Z	15-006	Male	2015/6/27	WILD7	WILD8	0	0.0668	10M	0.1
N14	TOYAMA Z	16-005	Male	2016/6/28	WILD7	WILD8	0	0.0668	10M	0.1
N41	TOYAMA Z	O-08	Male	2017/7/13	N18	N21	0	0.0797	12M	0.079
N39	TOKYOUENO	O-09	Male	2017/7/14	N18	N21	0	0.0841	13M	0.072
N23	TOYAMA Z	T-03	Male	2017/6/17	N17	N15	0	0.0948	14M	0.054
N44	TOYAMA Z	T-1804	Male	2018/6/12	N17	N15	0	0.0948	14M	0.054
N46	ISHIKAWA	T-1803	Male	2018/6/13	N17	N15	0	0.0948	14M	0.054
N47	ISHIKAWA	T-1805	Male	2018/6/13	N17	N15	0	0.0948	14M	0.054
N48	ISHIKAWA	T-1807	Male	2018/6/13	N17	N15	0	0.0948	14M	0.054

表 2 : 個体情報 (メス)

UniqueID	Location	LocalID	Sex	BirthDate	Sire	Dam	F	MK	MKRank	dGDbreed
N24	OMACHI	U-01	Female	2017/6/21	N11	N12	0	0.0603	1F	0.111
N26	TOKYOUENO	U-06	Female	2017/6/27	N11	N12	0	0.0603	1F	0.111
N27	TOKYOUENO	U-07	Female	2017/6/27	N11	N12	0	0.0603	1F	0.111
N21	OMACHI	16-010	Female	2016/7/1	WILD13	WILD12	0	0.0776	4F	0.083
N30	OMACHI	O-01	Female	2017/7/2	N18	N21	0	0.0797	5F	0.079
N32	OMACHI	O-03	Female	2017/7/2	N18	N21	0	0.0797	5F	0.079
N43	NASU AK	O-11	Female	2017/7/23	N18	N21	0	0.0797	5F	0.079
N45	TOYAMA Z	T-1801	Female	2018/6/13	N17	N15	0	0.0948	8F	0.054
N49	TOYAMA Z	T-1806	Female	2018/6/13	N17	N15	0	0.0948	8F	0.054
N52	TOKYOUENO	U-1802	Female	2018/7/10	N39	N28	0	0.0959	10F	0.052
N15	TOYAMA Z	16-006	Female	2016/6/28	WILD7	WILD8	0	0.0991	11F	0.047

Sire:父、Dam:母、MK : 平均血縁度、MKRank : MK ランキング、dGDBreed : 遺伝的多様度

表 3 : 遺伝的多様性を最大限優先した場合

Sire	Dam	Success	Offspring	F	dGD	MSI
N9	N26	1	3	0	0.0038	1
N9	N24	1	3	0	0.0033	1
N9	N27	1	3	0	0.0026	1
N8	N24	1	3	0	-0.0033	1
N8	N26	1	3	0	-0.0035	1
N8	N27	1	3	0	-0.0044	1
N9	N21	1	3	0	0.0016	2
N13	N21	1	3	0	-0.0033	3
N10	N21	1	3	0	-0.0076	3
N13	N24	1	3	0.125	0.0015	7
N13	N26	1	3	0.125	0.0000	7
N13	N27	1	3	0.125	-0.0025	7
N8	N21	1	3	0.125	-0.0041	7
N10	N24	1	3	0.125	-0.0048	7
N10	N26	1	3	0.125	-0.0060	7
N10	N27	1	3	0.125	-0.0076	7

MKDiff : 平均血縁度差異、dGD : 遺伝的多様度差異

表 4 : 平成 31 年繁殖ペア

Sire	Dam	MKDiff	dGD	MSI
N8	N15	0.0614	-0.0003	4
N9	N45	0.0776	0.0005	4
N14	N27	0.0065	0	2
N16	N26	0.0108	0.0006	1
N18	N21	0.0129	-0.0004	4
N20	N24	0.0065	0.0005	2
N25	N43	0.0194	-0.0004	4

グラフ1 : 血縁占有度

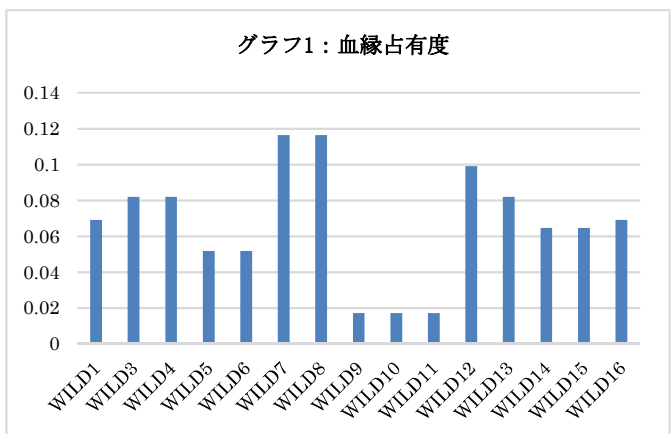


表5 ライチョウ飼育個体のMSIに関する表

MSI ランキングの数字は、飼育下個体群の遺伝的多様性に配慮した場合、数値が小さいほうが推奨されるペア

1: 個体群にとって(遺伝的に)非常に有益、2: 中程度に有益、3: わずかに有益、4: わずかに有害、5: 有害であり、個体群統計学的に必要な場合に限定すべき

6: 非常に有害(個体群統計学的な配慮が遺伝的多様性の維持に勝るべき場合に限定すべき)、7: 極めて有害(ペアを作るべきでない)

雄 V	雌 >		ローカルID												雄 V					
	ローカルID		N27	N52	N15	N45	N49	N21	N24	N30	N32	N43	N26							
	世代		F1	F2	F	F1	F1	F	F1	F1	F1	F1	F1							
	ローカルID	世代	施設		上野	上野	富山	富山	富山	大町	大町	大町	大町	那須		いしかわ				
			MKランク		3	10	11	8	9	4	1	7	5	6		2				
繁殖実績			×	×	○	×	×	○	△(孵化せず)	×	×	△(孵化せず)	×							
		MKランク	繁殖計画	繁殖	横浜	自然繁殖	ケージ繁殖	ケージ抱卵実験	繁殖2	繁殖1		繁殖	繁殖							
N11	16-002	F	上野	8	○		7	4	4	4	4	4	7	4	4	4	7	上野	N11	
N13	16-004	PF	上野	2	×		7	4	4	4	4	3	7	3	3	3	7	上野	N13	・ポテンシャルファウンダー
N10	16-001	PF	上野	4	×		7	4	4	4	4	3	7	3	3	3	7	上野	N10	・ポテンシャルファウンダー
N39	0-09	F1	上野	13	×		4	7	5	5	5	7	4	7	7	7	4	上野	N39	
N6	15-006	PF	富山	11	×		2	6	7	7	7	4	2	4	4	4	2	富山	N6	・ポテンシャルファウンダー
N8	15-010	PF	富山	3	×	繁殖	1	4	4	4	4	7	1	6	6	6	1	富山	N8	平飼いで自然繁殖・ポテンシャルファウンダー
N9	15-009	PF	富山	1	×	繁殖	1	4	4	4	4	2	1	2	2	2	1	富山	N9	ライトコントロール・ケージ繁殖・ポテンシャルファウンダー
N14	16-005	PF	富山	10	×	上野	2	6	7	7	7	4	2	4	4	4	2	富山	N14	上野へ移動/繁殖・ポテンシャルファウンダー
N16	16-007	PF	富山	5	×	いしかわ	1	6	4	7	7	3	1	4	4	4	1	富山	N16	いしかわへ移動/繁殖・ポテンシャルファウンダー
N23	T-03	F1	富山	17	×		4	7	7	7	7	5	4	5	5	5	4	富山	N23	
N41	0-08	F1	富山	12	×		4	7	5	5	5	7	4	7	7	7	4	富山	N41	
N44	T-1804	F1	富山	18	×	横浜	4	7	7	7	7	5	4	5	5	5	4	富山	N45	横浜へ移動
N18	16-011	F	大町	9	○	繁殖2	2	7	4	4	4	4	2	7	7	7	2	大町	N18	繁殖2
N20	16-009	PF	大町	6	×	繁殖1	2	6	4	4	4	7	2	7	7	7	2	大町	N20	繁殖1・ポテンシャルファウンダー
N25	U-04	F1	那須	7	△	繁殖	7	4	4	4	4	4	7	4	4	4	7	那須	N25	繁殖
N46	T-1803	F1	いしかわ	16	×		4	7	7	7	7	5	4	5	5	5	4	いしかわ	N46	
N47	T-1805	F1	いしかわ	14	×		4	7	7	7	7	5	4	5	5	5	4	いしかわ	N47	
N48	T-1807	F1	いしかわ	15	×		4	7	7	7	7	5	4	5	5	5	4	いしかわ	N48	
							上野	横浜	富山	富山	富山	大町	大町	大町	大町	那須	上野			

世代 F: 野生由来個体、PT: 未繁殖参加野生由来個体、F1: 飼育下繁殖第1世代、F2: 飼育下繁殖第2世代