

野生復帰に向けた保険集団由来ライチョウの飼育方法と事前チェックについて（案）

1. 概要

野生復帰に向けた飼育については、野生型腸内細菌の付与やアイメリア原虫への曝露等、これまでの保険集団とは異なる飼育方法が求められる。令和3年度に中央アルプスから動物園に導入された2家族の飼育によって、野生復帰準備個体の飼育については一定の知見が得られた。一方で、野生個体に比べると安定した環境で生育しているにも関わらず、孵化率や育雛率が野生個体に比べても低いことが以前より指摘されており、野生復帰に向けて安定した個体数を生産するためにはこれらの課題解決も重要な項目になってきている。

2. 腸内細菌叢

保険集団と野生集団の腸内細菌叢には大きな違いがあることが明らかになっており、これが要因で野生個体を動物園に導入することで野生復帰個体を創出する取り組みに至った。令和3年に動物園に導入した個体については、自然育雛による食糞行動に加え、凍結乾燥糞末の投与と高山植物の供与により菌叢の世代間伝播には一定程度成功した。

一方で、次年度から本格的に開始される保険集団の野生復帰については母親の新鮮な盲腸便なしに野生型の菌叢構築に挑戦する。菌叢付与には中部大学が開発した凍結乾燥糞末を活用するが、凍結乾燥糞末については生きた嫌気性菌の残存率が不明であるため野生個体の菌叢を完全に移植できていない可能性もある。そのため、アイメリア原虫の受け入れが可能でライチョウの生息地から比較的近距離に位置する茶臼山動物園においては生糞の利用も検討する。

<投与方法>

自然育雛：令和4年度や5年度事業同様に、ヒナ孵化前から雌親に凍結乾燥糞末を餌に混ぜて投与する。

孵化後3週間を目処に餌に混ぜて凍結乾燥糞末を連続的に投与する。

人工育雛：孵化後3週間を目処に餌に混ぜて凍結乾燥糞末を連続的に投与する。

（生糞については、餌に混ぜるもしくは希釈した液をスポイトなどで経口投与する。）

＜凍結乾燥粉末作成用糞の採取＞

必要盲腸糞の個数：10個以上最大20個（自然育雛1家族約2ヶ月分、人工育雛5家族約3週齢分）

昨年は中部大学に糞が到着してから随時凍結乾燥の処理を行っていたが、作成元の糞の状況によって凍結乾燥糞末の質にばらつきが出た可能性が指摘されている。そのため、次年度については採取できたすべての糞をプールして作成を行う。盲腸糞については春の中央アルプスにおけるなわばり調査や、乗鞍岳における人工採精調査等において環境省職員、日本動物園水族館協会職員が嫌気性キットにて採取を進める。

＜生糞の運搬について＞

ケージ保護個体の糞を環境省職員が下山の際に採取して茶臼山動物園に運搬する。採取した糞は嫌気性ポーター等を用いて冷蔵状態で運搬する。生糞の運搬については雛孵化後週に1回程度を想定し、遅くとも到着翌日の午前までに投与し2日以上保存しての使用はしないこととする。

3. 給餌飼料

（1）ペレット飼料について

保険集団飼育開始当初は野生個体に比べると倍以上の卵を産んでいた。産卵後期に産まれた卵については孵化率が低かったこともあり、給餌飼料（ペレット）の栄養価が高過ぎる可能性が指摘された。これによりタンパク含有量が市販のペレットよりも低いライチョウ専用ペレットが開発された。現在このライチョウペレットを通年で使用しているが、個体を維持する飼料としてはよいものの、卵形成に至る春先の餌としては栄養が足りていない可能性が指摘されている。このような現状を踏まえて、以下の通りペレット飼料の供与方法を変更する。

＜ペレット飼料の給餌方法の変更点＞

雌の体重の増加は、産卵の一月前くらいから開始され、さらには体重増加の前から性ホルモンが増加していることがこれまでの飼育個体の研究から明らかになっている。性ホルモンの増加は換羽と密接に関連しており、通常であれば換羽終了後に産卵の準備が開始されるため、この換羽開始は個体の体内も繁殖に向けて変化が始まることを示している。野生雌は雄にやや遅れ4月下旬には高山帯に現れ、この頃から冬芽などを中心とした食性から虫や新芽などの高蛋白質な餌に内容が変化し、体重も増加し始めることが知られている。

よって、次年度については換羽開始を一つの指標として餌の切り替えを行う。具体的には、換羽の開始に合わせて、飼料中のタンパク質量及びエネルギー量調整として、ライチョウ専用ペレットに他の固形飼料を追加することや虫餌の強化を行う。添加する飼料の種類については各園で選択してよいが、雌親が産卵する頃までにはライチョウペレットと添加飼料を1：1まで増やしていく。また、ビタミンの移行などもあるため、消費しやすいビタミンB群を強化し与える。

表1. ライチョウで使用実績のある固形飼料

分析項目	単位	ライチョウ専用ペレット			ハニーセレクションメンテナンス			RM4			ZPC		トロムソ大育雛用		トロムソ大基礎資料		トロムソ大繁殖期飼料	
		乾物値	現物値	表示	乾物値	現物値	表示	乾物値	現物値	表示	乾物値	現物値	乾物値	現物値	乾物値	現物値	乾物値	現物値
水分	(%)	-	4.4	10	-	9	<10	-	8.5	8	-	7.4	-	9.4	-	9.9	-	10.3
粗たん白質	(%)	11.7	11.2	9	16.3	14.8	>13	18.6	17	16.5	21.1	19.5	22.41	20.3	15.65	14.1	21.63	19.4
粗脂肪	(%)	1.16	1.11	1.5	2	1.82	>2	4.09	3.75	4.2	3.64	3.37	5.74	5.2	5.66	5.1	5.69	5.1
粗繊維	(%)	23.8	22.8	25	22	20	<22	13.2	12.1	13	4	3.7	5.85	5.3	11.99	10.8	12.26	11
ADF	(%)	28.4	27.2		25.6	23.2		16.7	15.3		4.8	4.5						
NDF	(%)	46.8	44.7		46.8	42.6		36.4	33.3	49.5	18.4	17.1						
粗灰分	(%)	6.8	6.5	7.5	7.1	6.5	<11	9.9	9.1	8.8	9.7	9	7.95	7.2	8.88	8	8.14	7.3
カルシウム	(%)	0.76	0.72	0.55	0.65	0.59	>0.6	1.48	1.36	1.54	2.46	2.28	1.38	13.8g/kg	0.97	9.7g/kg	0.91	9.1g/kg
リン	(%)	0.26	0.24	0.25	0.44	0.4	>0.4	0.75	0.68	0.86	0.56	0.51	0.7	7.0g/kg	0.82	8.2g/kg	0.69	6.9g/kg
銅	(ppm)	7.65	7.31		6.1	5.54		11.3	10.3		7.07	6.55						
亜鉛	(ppm)	40.8	39		93.6	85.2		50	45.7		59.2	54.8						
鉄	(ppm)	272	260		318	289		405	370		164	151						
マンガン	(ppm)	69.6	66.5		63.4	57.7		107	98		60.9	56.4						

<母鳥のカルシウム代謝と適したカルシウム源>

・卵殻は、食餌中のカルシウムを一部利用しているが、基本的には骨髄骨を利用している。骨髄骨は、繁殖期の雌に出現するもので、エストロジェンが骨髄骨の形成を刺激しているため、その時期にしっかりとカルシウムを添加し骨髄骨形成を促進させることで卵殻形成が強化されると思われる。カルシウム吸収にはビタミンDも関与しているので、紫外線照射やビタミン強化も実施する。

(2) 高山植物

野生ライチョウに準じた腸内細菌叢の維持には、高山植物の給餌が重要であることがこれまでの事業で明らかになっている。そのため、野生復帰準備個体についても、これまでの野生復帰事業同様高山植物を給餌する。次年度については昨年度に引き続き野外採取及び白馬五竜高山植物園からの給餌を中心に給餌を行う。このほかにも入手が可能な代替飼料としてコマツナ、ビルベリー、ソバなどの給餌も実施する。高山植物の採取については信越自然環境事務所を中心に、中部山岳国立公園管理事務所、上信越公園管理事務所と連携して環境省職員が主導する。

1) 高山植物供与期間

自然育雛の個体及び雛について：雌 1 個体 5月中旬から9月中旬

雛 6 個体想定 6月下旬から9月中旬

人工育雛の雛について：雛 30 個体想定 6月下旬から9月中旬

2) 給餌メニュー

種	育雛 方法	成長 段階	5月			6月			7月			8月			9月		
			上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	
ガンコウラン	自然育雛	親雛	■														
	人工育雛	雛	■														
ミネズオウ	自然育雛	親雛	■														
	人工育雛	雛	■														
コケモモ	自然育雛	親雛	■														
	人工育雛	雛	■														
クロウスゴ	共通		■														
クロマメノキ	共通		■														
ムカゴトランノオ	共通		■														
イワツメクサ	共通		■														
オンタデ	共通		■														

2) 高山植物の入手

< 野外採取 >

乗鞍岳、中央アルプス（5月から7月想定）

常緑低木類（ガンコウラン、コケモモ、ミネズオウ）

落葉低木（クロウスゴ）

草本類（イワツメクサ）

万座山山麓（8月想定）

常緑低木類（ガンコウラン、クロマメノキ）

<白馬五竜から提供>（雛の孵化までに一括提供を想定）

ムカゴトラノオ 1500本

ウラジロタデ 50株

イワツメクサ 100株

<その他栽培種や園館付近で採取可能な植物>

（栽培種）ビルベリー、ブルベリーなどベリー類の葉、オヤマソバ等

コケモモの実（冷凍種なしのもの）

（採取）動物園に残留する個体についてはハンノキ類や柳類などの冬芽類、ハイマツの種子

*那須どうぶつ王国では放飼場に自生する野草も活用する。

（その他）カキの葉等タンニン源となるような植物加工品

<高山植物供給の注意点>

ムカゴや種子、果実を含む植物株については、中央アルプス産でないものについては中央アルプスに持ち混まないよう配慮する。ライチョウは直腸糞と盲腸糞という2種類の糞をするが、種子などの固形物が含まれる可能性があるのは直腸糞である。直腸糞についてはこれまでの採餌物の滞留時間調査の結果から、口に入れてから2～3時間ほどで排泄されることが明らかになっている。一方盲腸糞は10～12時間程度滞留して排泄される。そのため、野生復帰予定の3日前を目処に供給をやめ他産地の植物の種子等を中央アルプスに持ち込まないようにする。

4. アイメリア原虫

野生個体には2種のアイメリア原虫が寄生しており、ヒナの時期にはほとんどの個体で感染が見られていることがわかっている。病態についても徐々に知見が集積され、1g 当たり $10^2 \sim 10^3$ 個程度の摂取であれば体調に大きな影響がないが、 10^4 個以上の摂取した場合は沈鬱、血便などの症状が見られ最悪死亡する可能性が指摘されている。また、那須どうぶつ王国、茶臼山動物園に導入した個体のモニタリングから感染個体は通年にわたってオーシストを排泄し続けており、一度感染すると長期間にわたり体内に潜伏しているものと考えられている。なお、那須どうぶつ王国では保険集団から野生復帰馴化施設に合流させた成鳥についてもアイメリア原虫への感染が確認されているものの、健康被害は見られていない。

次年度は既にアイメリア原虫が環境中に存在している園（那須どうぶつ王国、茶臼山動物園）と、そうでない園（いしかわ動物園、市立大町山岳博物館）で育雛が実施される。人工育雛は通常ある親との接触や食糞がないため、生育の中でアイメリアを摂取する機会が少ない（もしくは機会がない）。また凍結乾燥糞末には生きたアイメリア原虫は含まれていないため、野生復帰までに人為的にアイメリア原虫と低容量投与を行う。アイメリア原虫は雛が成長している程影響が少ないと考えられるが、野生復帰直前の場合輸送ストレスや環境変化により、低濃度の接種であれ病態が悪化する等の可能性がある。そのため、野生復帰の可能性のある個体については野生復帰1ヶ月前程度に低濃度摂取させ健康観察を行った上で野生復帰を実施する。

<投与方法>

○施設内にアイメリア原虫が定住している園（那須どうぶつ王国・茶臼山動物園）

自然育雛・人工育雛にかかわらず飼育を継続することで環境中から感染すると考えられるため特別な処置は行わない。ただし、孵化1ヶ月をたってもアイメリア原虫の感染が見られない場合には、低濃度（ 10^2 個程度）調整したものを飲水投与する。

○施設内にアイメリア原虫がいない園（いしかわ動物園・大町山岳博物館）

孵化後1ヶ月を目安にヒナの性別判定を行い、野生復帰させることが決定した個体については低容量に調整したものを飲水投与する。いしかわ動物園及び大町山岳博物館で継続飼育する個体は別室に隔離し、他の保険集団と同様の飼育を継続する。

<アイメリア原虫採取方法>

春頃からアイメリア原虫の排泄を行っている那須どうぶつ王国の糞から原虫のオーシストを採取し保管しておく。

ただし、これらの個体の糞中のオーシスト数が少なかった場合は、野生個体の糞を採取する。

これまでの研究で雛連れの雌が最もオーシストの排泄が多いこと、また上記の通り雛への投与タイミングは孵化後1ヶ月頃が見込まれることから、オーシストが不足する場合はケージ保護した親個体の糞を採取する。

5. 個体管理等について

自然育雛は、これまでの那須どうぶつ王国の方法、人工育雛は富山市ファミリーパークで令和5年度に実施した方法に準じて実施する。詳細は令和4年度版ライチョウ飼育ハンドブックに従うが主な点について以下に示す。

(1) 人工繁殖における卵の選定

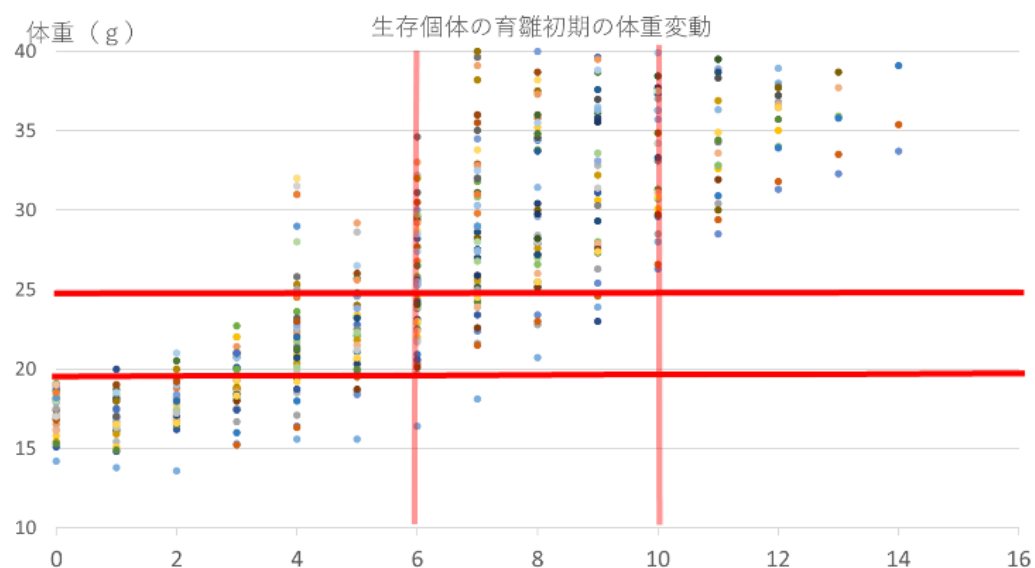
貯卵期間を最大2週間とし、その期間で産卵した複数卵をまとめて人工孵卵する。基本的には産卵されたすべての卵を孵卵器に入卵するが、極端に小さい卵などは除外する。

(2) 餌付け

キジ科鳥類は、早成性で孵化後すぐに巣から離れ自力で餌を食べるようになるが、通常は母鳥が食べている姿を見せて雛への採食を促す。人工育雛でも雛が複数個体いることでお互いの食べている姿に刺激を受けるので、雛を複数個体いることは重要である。また給餌時に母鳥の採食時の鳴き声を聞かせる、ピンセットなどを使って採食を促すしぐさを飼育担当者が行うなどの工夫を行う。

(3) 体重管理など

人工育雛時には、体重を計測しその変化を把握する。初生雛のころは個別にケースに入れて計測、成長に合わせ平飼いに移行後はミルワームで誘導し測定する。孵化直後は、体重は減少するがその後の上昇傾向にあるかどうかを見極めて、体調不良を起こす前に餌の配合を変えるなどの対処していく。過去の事例では、生存個体は1例を除き6日齢までにほとんどの個体20g、10日齢までにすべての個体が25g以上になっている。また幼羽の萌出は野生個体では5日齢くらいで目視でも観察できる状態になる。羽模様の状況も栄養状態が影響している所以他個体より遅い個体は注意が必要である。



(4) 前期野生順化

人工育雛を行う園館では、育雛初期においてはすべての個体を同一ケージで飼育することを想定する。高山植物への馴致、運動能力の向上および生息環境に近づけるための環境整備を行う。特に孵化後1か月齢位には平飼い方式に移行し、飛翔能力の発達や運動能力向上に努めていくが、生存羽数によっては複数群れに分けて管理することも想定される。

(5) 各園の取り組みに関する情報共有について

現在域外保全事業においては、飼育園館には1週間に1回、フォーマットに各園の状況を記載し提供し、エクセルにて関係者（飼育園館、専門家、共同研究者、環境省など）と共有をしている。これを活用しつつ、各園の繁殖計画を事前に確認しながら、各園事に飼育方法に違いが生じないようにしていく。

6. 野生復帰個体の事前チェックについて

(1) ライチョウ野生復帰に係る前提条件

ライチョウの家族による野生復帰候補は、「中央アルプスにおけるライチョウ野生復帰実施計画」では、以下の5条件をクリアする個体としている。

- A. 野生復帰地域に固有の遺伝組成を持ち（地域固有性に対応した保全単位）、同時に集団内に個体群存続可能な遺伝的多様性を保持していること。
- B. 野生由来の母鳥からの学習により、高山環境で生存するに十分な判断能力を有していること（または、見込みがあること）。
- C. 高山環境で生存するに十分な身体能力（体力・運動能力）を有していること（または、見込みがあること）。
- D. 高山植物を主食とするに十分な分解能を持つ、特有の固有種を含む腸内細菌叢を継承し、これを発達させていること（または、見込みがあること）。
- E. 特有の固有種を含むアイメリア原虫（コクシジウム症）を継承し、これに対する耐性を有していること（または、見込みがあること）。

このうち、B 基準については、生息域外保全の実績から、母鳥は野生由来でなくとも本能的に天敵の警戒や営巣場所等の環境選択について、本能的な判断能力を備えていると考えられるため、十分にその見込みがあるとの意見が有識者からあったため令和3年度時点で緩和している。飼育施設で育った雛についても野生復帰後の生存率はケージ保護個体と大きな差がなかったことから、営巣、捕食者回避などについては本能的に一定程度の能力を有していると考えられた。

(2) 野生復帰させる家族のチェックの基本的な考え方

野生復帰させる家族のチェック項目については

- ①野生復帰させるライチョウ自身が高山で生きていける能力を有するか
 - ②野生復帰させた後の高山環境や野生生物に影響があるかどうか
- という2つの観点から実施する。

(3) 野生復帰させるライチョウ自身が高山で生きていける能力を有するか

1) 雌親が正常に子育てをしているか。

自然育雛予定の1家族を除き、人工育雛ではこの項目は評価しない。

2) 個体が正常に身体の発達をしているか。

- ・歩行や飛翔が他個体と比べて損傷なく行うことができる。
- ・体重が野生個体と同程度であること

孵化2ヶ月齢の野生雛の体重が350～400g程度であることを鑑み、あまりにもここからかけ離れた個体については専門家の意見の元野生復帰の可否を判断する。

3) 腸内細菌

- ・遺伝子を元にした菌叢全体を対象にした網羅解析

自然繁殖雌個体 (那須飼育)	5月中旬 (高山植物本格給餌前)	の合計3回
	7月下旬 (盲腸糞の凍結乾燥糞未投与完了後)	
	9月中旬 (野生復帰直前)	
雛 (自然・人工共通)	7月下旬 (盲腸糞の凍結乾燥糞未投与完了後)	の合計2回
	9月中旬 (野生復帰直前)	

- ・タンナーゼ活性及び発酵能力の計測

令和4年度の野生復帰の際にはタンナーゼ活性及び発酵能力試験を孵化後約1ヶ月時点で行い、野生復帰可能かどうかの判断を行った。この時点で雛についても概ね良好な成績が得られており、菌叢構築ができていればこの時期でも十分検査が可能なものと思われる。次年度についても菌末投与期間が約3週齢までであり、高山植物供与と合わせて孵化後約1ヶ月までの間に菌叢は概ね構築できる可能性があるとしてこの時点で検査を想定している。

自然繁殖雌個体（那須飼育）	5月中旬（高山植物本格給餌前）
	6月中旬（凍結乾燥糞末投与前）*タンナーゼ活性のみ
	7月下旬（盲腸糞の凍結乾燥糞末投与完了後）
雛（自然・人工共通）	7月下旬（盲腸糞の凍結乾燥糞末投与完了後）

4) アイメリア原虫及びその他の寄生虫

- ・アイメリア原虫オーシストの排泄量検査

自然繁殖雌個体（那須飼育）	6月までは月2回程度
雛（自然・人工共通）	2、3日毎に採取

(4) 野生復帰させた後の高山環境や野生生物に影響があるかどうか

1) 病原菌

- ・鳥インフルエンザ 各家族代表して1個体 移送直前 1回
- ・病原性細菌（サルモネラ、病原性大腸菌、多剤耐性緑膿菌） メス親・ヒナ 孵化1月程度 1回

(5) 性別判定

孵化後の卵殻で実施

人工育雛個体に関しては卵殻と個体を対応させることが可能であるため、卵殻の解析のみで個体の性別判定ができる。自然繁殖の家族については個体に紐付けることはできないため、家族単位で野生復帰の検討を行う。

(6) 全体スケジュールについて

腸内細菌叢のチェックは糞末投与が終了する孵化後3週齢から1ヶ月齢で実施する。この時点での菌叢発達状況や個体の発達状況、病原性細菌の保有状況等を鑑みて野生復帰候補個体、令和7年度の繁殖に使用するため継続飼育する候補個体、野生復帰の基準を満たさず保険集団に合流させる個体などを決定する。令和6年度の野生復帰候補個体についてはアイメリア原虫に罹患していない場合は、8月中旬を目処にアイメリア原虫を投与する。その後健康状態を観察し、9月上旬に野生復帰個体の最終決定を行う。アイメリア原虫に感染させたがケガや体調不良により野生復帰ができなくなった個体については、駆虫、もしくは那須どうぶつ王国に移送して飼育を継続する。

表1. 検査スケジュール

— 処方期間

● 処置（検査）タイミング（数字は採取サンプル数）

項目	5月			6月			7月			8月			9月	
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中
	孵化想定												野生復帰想定	
自然育雛親（1個体）														
＜飼育＞														
菌末投与				—			—							
高山植物供与	—			—			—			—			—	
アイメリア投与										●				
＜検査＞														
網羅解析用	● 1									● 1			● 1	
タンナーゼ活性+発酵試験	● 1			● 1						● 1				
アイメリア原虫検査	—													
雛（6家族36個体程度想定）														
＜飼育＞														
菌末投与				—			—							
高山植物供与				—			—			—			—	
アイメリア投与										●				
＜検査＞														
網羅解析用										● 6			● 6	
タンナーゼ活性+発酵試験										● 6				
アイメリア原虫検査	—													
性別判定				● 36程度										
親子共通														
＜検査＞														
病原性細菌										● 6				
鳥インフルエンザ													● 6	