

農学系の技術継承とそのマニュアル化についての一例

○吉村文孝、岩本祐季、加藤舞、山崎絹世

生物・生体技術支援室 動植物育成管理技術グループ

概要

フィールド施設での生物管理業務は自然環境の影響を強く受けることから、出来事の再現性が屋内業務や事務作業に比して低い傾向がある。また、動植物の育成、栽培には数か月から数年単位での時間を要し、その期間にもやはり一定しない環境の影響を受けてしまう。これらのことがフィールド系技術職員の技術継承をより難しいものになっていると考えている。

発表者の担当する業務においても技術全体を一度に継承することは難しいと考え、技術全体から一部を切り分けての技術継承を試みた。本報告ではその取り組み、結果、課題を報告する。また、得たデータから管理マニュアル、具体的飼料量を作成、算出したため、これも併せて報告する。

1 背景と目的

圃場や林地、畜産施設のような農学系フィールド施設での業務は自然環境の影響を強く受けることから、出来事の再現性が屋内業務や事務作業に比して低い傾向がある。また、動植物の育成、栽培には数か月から数年単位での時間を要し、その期間にもやはり一定しない環境の影響を受けてしまう。実験用動物に比べて遺伝的な制御も低いことから個体差も大きい。これらのことがフィールド系技術職員の技術継承をより難しいものになっていると考えている。東郷フィールドの動物部門では職員の年齢構成の偏りから技術継承を長期に渡って行っておらず、今のままではこの先も見込まれない。結果、技術継承に関する経験、ノウハウを持たない状態となっている。

東郷フィールドに勤務する技術職員岩本、加藤は採用後1、2年目（本試験当時）で本来業務は植物系であり動物系の背景を持たない。そこで、上記2名に協力を仰ぎ、技術継承を行ってみることを考えた。経験年数の長い職員（山崎、吉村）にとっては技術継承そのものの訓練として、岩本、加藤ら職歴の短い職員には技術の幅を広げることを目的とし、データを用いた動物管理技術の技術継承、展開を試みる。本報告ではその取り組み、結果、課題を報告する。また、得たデータから管理マニュアルを作成したため、これも併せて報告する。

2 材料

東郷フィールド産の黒毛和牛子牛6個体（オス、のちに去勢）への給餌技術の共有を行った。利用した個体情報を表1に示した。開始時点（2023年12月）で生後約4ヶ月程度であった。今回用いた個体および過去データの個体はすべて東郷フィールド自家産のAI（人工授精）産子である。また、すべて自然分娩で生まれた個体である。生後1週間程度で母子分離し人工哺乳で育成を行った。生後4ヶ月までに去勢を行った。データ分析上、同一ペアのうち誕生日の早い個体を基準に週齢を計算した。そのため個体レベルでは5～9日分、表示された週齢からずれたものがある。

表 1. 本試験で利用した黒毛和牛の個体情報

耳標番号	名前	性別	誕生日	血統			去勢日	給餌担当
				一代祖	二代祖	三代祖		
8093	環	去勢	2023/8/8	新岡光81	花平国	安茂勝	2023/12/5	加藤
8094	和輝	去勢	2023/8/13	貴隼桜	福増	賢茂勝	2023/12/11	加藤
8096	雄	去勢	2023/8/24	百合勝安	福之姫	波重茂	2023/12/21	岩本
8097	晴斗	去勢	2023/8/30	百合勝安	芳之国	波重茂	2023/12/27	岩本
8098	九重	去勢	2023/9/1	晴茂栄	賢茂勝	波重茂	2023/12/28	吉村
8099	響	去勢	2023/9/10	晴茂栄	波重茂	安茂勝	2024/1/7	吉村

3 方法

3.1 全体方針

動物管理の技術全体を一度に継承することは困難であると考え、切り分けた一部について技術継承を試みた。具体的には、子牛の出荷（9 ヶ月齢）までの育成のうち、4～9 ヶ月の給餌管理について実施した。子牛がある程度育って安定しており病気に罹りにくいが、成牛に比べると大きく変化する期間であることからデータを採ってそれをもとに判断する訓練に適した難易度と考え採用した。

定量マニュアルは存在していないため、現場で採食量データを採ってそこから次の方策を考えられるようになることを目標とした。基本的に餌量決定から給餌までを各人が行うが、岩本、加藤の両名が本来業務で多忙な日や休暇取得の際には飼料の量だけを検討し決めておき、給餌作業自体を山崎、吉村で代行した。

「一度に変える条件は一つだけとし、結果を見て良くなっていれば続行、悪くなっていれば一手戻す、変わらないなら労力費用と相談」という大方針を徹底した。

3.2 家畜管理について

3.2.1 概要

期間は 2023 年 12 月～2024 年 5 月 8 日（出荷日）。開始時までの個体の成長、相性を見て、2 個体ずつ（8093 & 8094、8096 & 8097、8098 & 8099）の 3 組に分けて管理しており、担当職員 1 名が 2 個体を管理した。

以下に実施した給与法を記述した。そのまま給餌マニュアルとして利用できるように記述した。

3.2.2 給餌スケジュール

- ・1 日 2 回（午前 9 時ごろ、午後 16 時ごろ）

3.2.3 飼料

(1) 粗飼料

輸入乾草の種類

- ・チモシー（2 番俵）
- ・スーダングラス A グレード（スーダン A と呼称）
- ・スーダングラス B グレード（スーダン B と呼称）

給与量の基準

- ・翌日の朝給餌前に残滓を回収し、前日投入量の10%が残る量を目安に量を決定する
- ・チモシー：2 kg / 頭 / 日 を上限
- ・スーダン A・B：基本的に同量ずつ給与し、合計で最大 4 kg / 頭 / 日 を目標

(2) 濃厚飼料

種類と給与期間

- ・生後 16 週まで：「ハッピーハーモニー」（日清丸紅飼料）（成分：TDN75%以上、粗タンパク質 18%以上）
- ・生後 16 週以降：「牛グリーンバルキー」（JA 全農くみあい飼料株式会社）（成分：TDN 71%以上、粗タンパク質 17.0%以上）

給与量の基準

- ・4 kg / 頭 / 日 を目標かつ上限に増給
- ・粗飼料の採食量を優先し、粗飼料の摂取量を減少させない範囲で増量

3.2.4 給餌方法

(1) 粗飼料

- ・計量：朝に1日分を計量し、1回の給餌でおおよそ半量ずつ給与
- ・給与順序：ウシの嗜好に合わせ、嗜好性の低いものから順に給与
- ・給与の工夫：ある程度食べたら次の種類を投入

(2) 濃厚飼料

- ・計量：毎回計量して給与（正常ならすべて食べきるはず）
- ・もし濃厚飼料の残滓があれば動物の不調のサインなので要注意
- ・給与タイミング：粗飼料投入開始から少なくとも30分以上経過後
- ・粗飼料と混ざり合わないよう飼槽内の粗飼料を箒で寄せてから投入

3.2.5 給水・鉱塩

- ・水：自由摂取（備え付けの自動給水器（ウォーターカップ）だけでなく水桶にも常に清潔な水を確保）
- ・鉱塩：自由摂取

3.2.6 その他の注意点

- ・濃厚飼料の切り替えには数週間をかけて比率を徐々に変更
- ・期間内外問わず上記以外の飼料・薬剤・添加剤を現在使用していない
- ・市場出荷のために定められたワクチン（6種混合＋ヘモフィルス）のみ接種する

3.3 評価法

技術が適切に共有されたかを判定するためにこれまでの子牛の成績との比較を行った。2022年以降に東郷フィールドから市場出荷した子牛6個体（表2）の市場計量時における一日増体重（体重（kg） / 日齢（日））をもとに、その95%信頼区間を算出し、本試験で育成、出荷した子牛6個体の成績との比較を行った。

95%信頼区間とは同じ母集団からサンプリングした同程度のサンプルサイズを持つ標本の平均値が95%の確率でその区間内に収まると推定される区間である。本試験の6個体を出荷時に一日増体重平均値が95%信頼区間内に収まっていれば技術は適切に共有されたと判定する。

表2. 2022～2023年に出荷した東郷フィールド産子牛の成績

出荷日	耳標番号	性別	体重 (kg)	日齢	一日増体重 (kg / day)
2022/4/1	8084	去勢	152	131	1.19
2022/4/1	8085	去勢	123	114	1.16
2022/4/1	8087	去勢	121	102	1.16
2022/4/1	8088	去勢	118	102	1.08
2022/9/2	8089	去勢	109	110	0.99
2023/10/6	8092	オス	110	112	0.98
			122.2	111.8	1.09

4 結果

4.1 2022～2023年の成績からの95%信頼区間の推定

自由度 $\nu = 6 - 1 = 5$ の t 分布における両側95%信頼区間の上側確率は t 分布表から 2.571 ($t_{0.025,5}$) であった。子牛6個体の一日増体重の標本平均 1.093 (kg / day)、標本標準偏差 0.090 (kg / day)、標本数6からの標準誤差 $0.090 / \sqrt{6} = 0.0367$ であった。以上から $1.093 \pm 2.571 \times 0.0367$ を計算し、市場時点での一日増体重の95%信頼区間を下側 0.998～上側 1.188 (kg/day) と算出した。

4.2 2024年5月8日の市場成績

2024年5月8日にあいち家畜市場へ本試験個体6個体を出荷した。表3に本試験で出荷した個体の成績を記載した。市場時点の一日増体重平均値は 1.08 (kg / day)、標本標準偏差 0.158 であった。なお、育成期間中に下痢、発熱などの明らかな疾病は見られなかった。出荷時、トラックにウシを積み込むのは市場前日であることから、市場前日に東郷フィールドで計測した体重から約 20kg 程度市場での体重は減少していた。

表3. 2024年5月8日の市場成績

出荷日	耳標番号	性別	体重* (kg)	日齢	一日増体重 (kg / day)	市場順位**	落札価格 (千円)
2023/5/8	8093	去勢	343	274	1.25	48	590
2023/5/8	8094	去勢	351	269	1.30	21	593
2023/5/8	8096	去勢	247	258	0.96	227	335
2023/5/8	8097	去勢	240	252	0.95	229	357
2023/5/8	8098	去勢	242	250	0.97	217	377
2023/5/8	8099	去勢	253	241	1.05	179	386
平均			279.3	257.3	1.08	153.5	439.7

*体重は市場入場時に計測された値

**順位は吉村が採ることのできた262頭(全278頭)との比較による。参考値とする。

5 考察

本報告で出荷した子牛の市場時点での一日増体重平均値は95%信頼区間内に収まっていたことから、過不足なく技術共有ができたと考えられる。子牛1個体ごとに見ると95%信頼区間を外れている個体もいるが、95%信頼区間は標本平均値で利用するものであることから、適切な結果と判断している。同一人物の管理した2個体ずつが大小の傾向を持つように見えるが、これは本試験期間開始時に成長度合によって2個ずつに分けた都合によるものであり個人の技量を示すものではないと考えている。

2022～2023年出荷個体の標本標準偏差0.090よりも本試験出荷個体の標本標準偏差は0.158と大きかった。変動係数で見ても2022～2023年個体では0.082であったものが、本試験個体では0.146と大きかったことからデータのばらつきが大きかったと言える。これは2個体が特に大きく育ち東郷フィールド新記録となったことに加え、他の個体で管理上の失敗があったことに起因すると考えられる。

試験期間中、乾草（チモシー）のロットが上質（柔らかく高栄養価）と思われる側に変化した。その結果、粗剛な乾草（スーダン）への嗜好性が極端に低下し、飼料構成全体で見た時の粗飼料価が低下し、反芻不足に陥ったと推測している。本試験では触れていないが糞分析も並行して試行していたが、チモシーのロット変化以降、糞の未消化物が増加していた。また、総粗飼料摂取量も減少し成長にブレーキをかけてしまったと考えられる。原因に関して推測でしかない部分が多いことから、今後は試行中の糞分析技術をより向上させウシの消化管環境までを把握した餌量決定を行えることを目指している。

もし95%信頼区間の上側2.5%点を今回出荷する6個体の平均値が超過していた場合、管理した人物が優れた技術を有していた可能性が高いことを示す。この場合、管理技術を詳細に調査し新しい知見を得ることにつながり有益である。反対に下側2.5%点未満の成績であった場合、技術の共有をうまくできていなかったことが示唆される。情報共有の仕方、伝え方などについて改善の余地があると考えられる。人は自らが行ったことに対して「確証バイアス」、「楽観バイアス」のような結果を良いものと捉えがちになる認知バイアスを持つ。農業分野においてもこれは同様であると思われるため結果の数値的な評価は必須であると考えている。

農学分野であっても適切に技術共有すれば採用1、2年目の職員でも中堅、ベテラン職員に遜色ない管理を行えることが分かった。今回実施した給餌作業は勤務時間の6割以上を占める業務であることから、習得した職員が増えたことは非常に心強い。今後、少子化により技術職員への応募者数の減少が予測される。また技術職員の人数自体も減少傾向である。希少な人材に確実に高い技術力を獲得してもらえよう、技術開発とともに標準化を継続したい。

最後に今後の課題を述べる。本報告で技術継承を実施した家畜給餌は家畜管理全体の中でも数値化しやすく継承の容易な技術であると考えられる。実際の家畜管理では体力や身体感覚を要する技術（例：ウシの引き方、鼻環の打ち方、耳標の打ち方、採血法など）、低頻度かつ毎回異なる対応を迫られる技術（例：分娩介助、仮死子牛の蘇生、起立不能個体の介助など）のような継承困難なものが多数存在する。これらの技術は文章や動画で見知っていたとしても実際の動物個体で状況に直面した際、即座に適切に動くことは容易ではないと思われる。特に分娩はいつ起こるかわからず事故率も数%程度と僅少なため経験を積む機会すら少ないが、分娩事故時には一刻を争う致命的な状況かつ毎回異なる状況になるため、十数年目の職員であっても毎回緊張する場面である。これらの技術習得、継承をいかに行っていくかが今後の重要な課題である。現在、分娩検知を行う技術を開発中であり、少なくとも正常分娩への立ち合える経験だけでも増やすことを目指している。

6 付録：餌量の記録

本試験で管理した 6 個体への給餌量から 1 個体あたりの平均一日飼料量を算出したものを以下の表 4、図 1 に示す。本試験ではウシ 2 個体を 1 部屋に入れて管理していたため、完全な単飼ではこの通りの飼料量にならない可能性があるため注意されたし。

表 4. 週齢ごとの餌量平均値

週齢	ハッピー ハーモニー	グリーン バルキー	乾草 合計
14	0.7	0.0	0.2
15	1.3	0.3	0.5
16	1.3	0.6	0.5
17	2.0	1.5	0.9
18	1.0	2.2	1.1
19	0.4	3.1	1.0
20	0.0	3.5	1.5
21	0.0	3.5	1.8
22	0.0	3.4	2.0
23	0.0	3.0	2.5
24	0.0	3.0	2.8
25	0.0	3.0	3.1
26	0.0	2.9	3.3
27	0.0	3.0	3.5
28	0.0	3.1	3.5
29	0.0	3.3	3.6
30	0.0	3.3	3.6
31	0.0	3.3	3.6
32	0.0	3.1	4.4
33	0.0	3.0	4.3
34	0.0	2.7	4.3
35	0.0	2.7	4.7
36	0.0	2.7	3.3
合計	65.7	130.7	78.4

餌量の単位はkg/1頭/1日

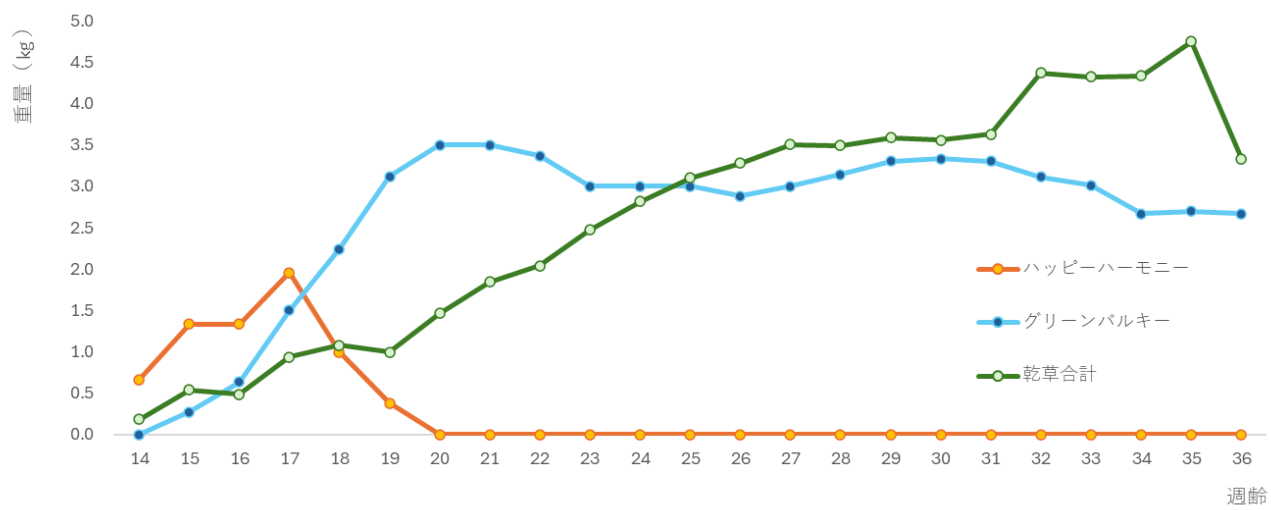


図 1. 週齢ごとの餌量実績値