

VI 水

1. 快適な飲水をするために	104
(1) 乳牛の飲水量と飲水行動	
(2) 牛にとってどのような水が必要なのか	
(3) 飲水量を左右する要因	
2. 現地調査からみた問題点	106
(1) 改善を必要とする牧場がどの程度いるのか	
(2) ウォーターカップの吐水量はどういう状況で低下するのか	
(3) 複数使用した時、位置によって吐水量がどう違うのか	
(4) 個々のウォーターカップに吐水量の差があるのか	
(5) 牛は水をどの程度飲んでしているのか	
(6) 給水施設のどこに問題があるのか	
3. 水の改善方法	112
(1) 改善に向けたチェックポイント	
(2) 改善の提案例	
4. 水の改善事例	116
(1) ウォーターカップにおける配管の改善	
(2) 連続水槽への改善例	
(3) 連続水槽で快適お掃除	

1. 快適な飲水をするために

「水」は軽く考えられやすいものですが、必要不可欠な栄養素です。また、水の不足は餌の食い込み量を制限して乳量にも大きく影響を与えます。しかし、現状では水の供給量が満たされていない牧場が多く見られます。

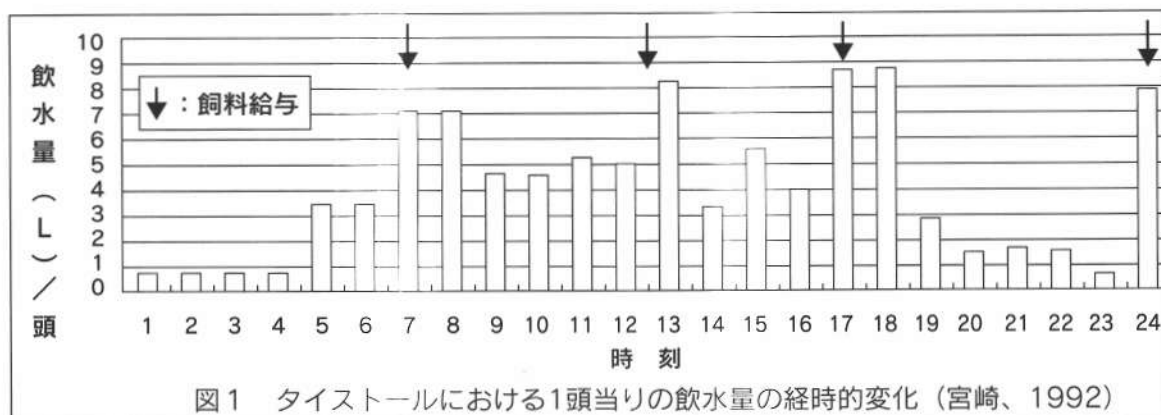
水の重要性を再認識してみましょう。

(1) 乳牛の飲水量と飲水行動

栄養素として水は、餌の消化と吸収、生理的代謝、体温調節、体液の維持とバランスを保つために必要不可欠なのです。牛乳中の水分は87%を占め毎日大量に体外へ出されています。さらに、糞では30～50kg/日、尿で20kg/日、呼吸によって約20ℓ/日の水分が排出されると言われています。

乳牛の、1回当たりの飲水量は3.8～5.7リットルで1日に15回くらい飲むと言われていますが、牧場によっては1日に120リットル以上飲む牛群もみられます。乳牛は、タイストールでは飼料給与を行うと同時に一斉に水を飲み始めます(図1)。フリーストールでは搾乳後に最も多く見られます。

しかしこの時、水の供給が間に合わずに個々のウォーターカップの吐水量が大きく減少していることが多く見受けられます。重要なのは、十分な水がいつでも全頭に行き渡ることです。



(2) 牛にとって、どのような水が必要なのか

清潔で安全、そして冷たすぎない水が十分にあることが大切です。

飲水量	ウォーターカップの吐水量は、4～6ℓ/20秒を満たしていること
清潔性	飲水器具が清潔であり、腐敗臭がしていないこと 汚れは、細菌やバクテリアを増殖させます
安全性	殺虫剤・消毒剤・殺菌剤など飲水に適さない物質が混入していないこと
温度	冬期間は冷たい水进行避ける

(3) 飲水量を左右する要因

乳牛の飲水量は、乾物摂取量と産乳量、日最低気温、塩分の摂取量によって影響されます。飲水量は、Murphy らによって予測式が示されています。

$$\begin{aligned} \text{水の要求量 (リットル)} = & \\ & (15.99 + 3.483 \text{DMI} + 1.984 \text{MP} + 0.05 \text{NA} \\ & + 1.2 \times (1.8 \text{MINT} + 32)) \times 0.1158 \times 3.78 \end{aligned}$$

DMI : 乾物摂取量 (kg/日) NA : ナトリウム摂取量 (g/日)
MP : 産乳量 (kg/日) MINT : 日最低気温 (°C)

* Dairy Science Update 1996/106 : Murphy より重引

この計算式は乾物率40~60%の飼料を採食している牛について当てはまる式で、計算結果は飼料中から摂取される水分は含んでいません。従って乾草を採食している時は、計算式の結果よりも水の要求量は高くなります。

この予測式から乳量ごとに飲水量を図に示すと次のようになります。

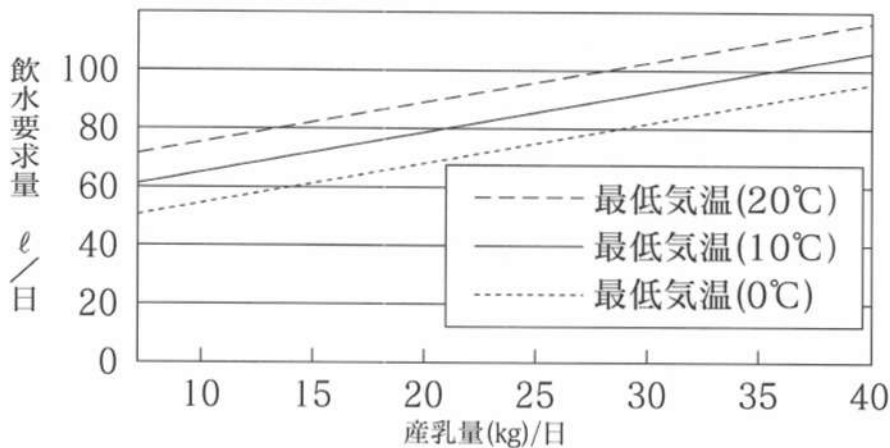


図2 最低気温と乳量による飲水要求量

この図を見ると、乳量が35kgで日最低気温が10°Cの時には、100 lの水を必要としています。また、日最低気温の上昇によっても、飲水量は多くなります。

この給水量が不足してくると、餌の食い込みも悪くなり、それに伴って乳量が低下するという結果になります。

2. 現地調査からみた問題点

牛は水を飲む場合、目の前に設置されているウォーターカップを利用します。しかし、そのウォーターカップに異常がある場合は、牛舎では他の飲水方法がないので放牧まで待つか、あるいは、採食量を減らし尿や乳量など体外に放出する水分を調節しようとしています。従って、ウォーターカップには新鮮で十分な量を供給する吐水量が求められます。

しかし、ウォーターカップの「へら」を押してみると、水の出方の悪いものが多くみられます。そこで、改善を必要とする牧場がどの程度あるのか、ウォーターカップの吐水量はどういう状況で低下するのか、個々のウォーターカップに吐水量の差があるのか、牛は水をどの程度飲んでいるのかについて、現地調査し問題点を整理しました。

(1) 改善を必要とする牧場がどの程度いるのか

ウォーターカップを1台だけ使用した場合の吐水量について調査しました。また、数台を同時に使用した場合についても調査を実施しました。

結果

- 1個ごとに調査したところ、8戸中2戸で不足が確認された。
- 3～4個同時に吐水させたところ、8戸中6戸で不足が確認された。
- 3～4個同時に吐水させると、貯水タンクの設置農家では、吐水量の低下が少なかったが、水道管と直結されている農場で大きな減少がみられた。

表1 ウォーターカップの吐水量の実態調査

リットル/20秒

調査農家	調査台数	1台だけ使用した時の平均A	複数使用した場合の平均B	能力の変化B÷A	条件と特徴	横パイプの材質	横パイプの外径
A	3	0.81	0.77	0.95	貯水タンク 有り	鉄管	5 cm
B	3	2.20	2.11	0.96	貯水タンク 有り	鉄管	5 cm
C	3	6.42	3.04	0.47	水道直結	塩ビ	3 cm
D	3	4.81	2.24	0.47	水道直結	塩ビ	3 cm
E	3	8.40	3.42	0.41	水道直結	塩ビ	3 cm
F	4	6.34	5.84	0.92	貯水タンク 有り	塩ビ	3 cm
G	4	6.27	5.43	0.87	貯水タンク 有り	塩ビ	3 cm
H	4	7.77	2.78	0.36	水道直結	塩ビ	2.5cm
平均		5.38	3.20	0.67			

98年 南根室地区農業改良普及センター

① 1台使用した時だけでも、吐水量が不足している農場がありました。

飲水量が低かったAの農家では、ウォーターカップが小型のタイプを使用していました。

またBの農家では、コンフォートタイプの横パイプを利用しそこからウォーターカップまで外径が20mmの鉄管でつなげていましたが、配管は20年以上たち曲りが多数ある複雑な形になっています。

ウォーターカップの吐水量調査を行うとともに、少ない時はその原因の調査が必要です。

②数頭が同時に使用すると、どの農場でも吐水量が必ず低下しています。

これは、1本の横パイプから何本もウォーターカップに分岐させ、さらに調圧弁で水圧を低く抑えているため、ウォーターカップの宿命といえましょう。調査から推定すると、数頭同時に飲水を始めると半数以上の農家で不足していると考えられます。

③複数使用時に吐水量の低下する割合が、農場の設置条件によって違いが見られました。

特に貯水タンクがある農場や横の配管の管径が太い農場で吐水量の低下が少ない傾向がみられました(表2)。また、横配管が細いと吐水量の減少が大きいようです。

表2 貯水タンクの有無による能力の変化

調査台数	貯水タンク有り	貯水タンク無し 水道直結
3	95%	45%
4	89%	36%
平均	92%	43%

1台ごとの平均・調査台数の平均
98年 南根室地区農業改良普及センター

(2) ウォーターカップの吐水量はどういう状況で低下するのか

1台のウォーターカップを吐水させている時に、他のカップを押すと明らかに流量が減少する牧場が多く見られます。そこで、複数使用した時に、吐水量がどのように低下するのかを3タイプで調査してみました。

結果

- ・ Aタイプ (貯水タンクを設置し、そこから両端にバイパスの横配管をつけ加えた)
同時に数台使用してもほとんど吐水量は減少しなかった。
- ・ Bタイプ (貯水タンクを設置し、そこから単列に横配管を設置している)
台数の増加につれて同じ割合で吐水量が低下した。
- ・ Cタイプ (貯水タンクがなく水道管から直結して分岐している)
台数が増加するにつれて急激に吐水量は低下した。



写真1 吐水量調査の様子

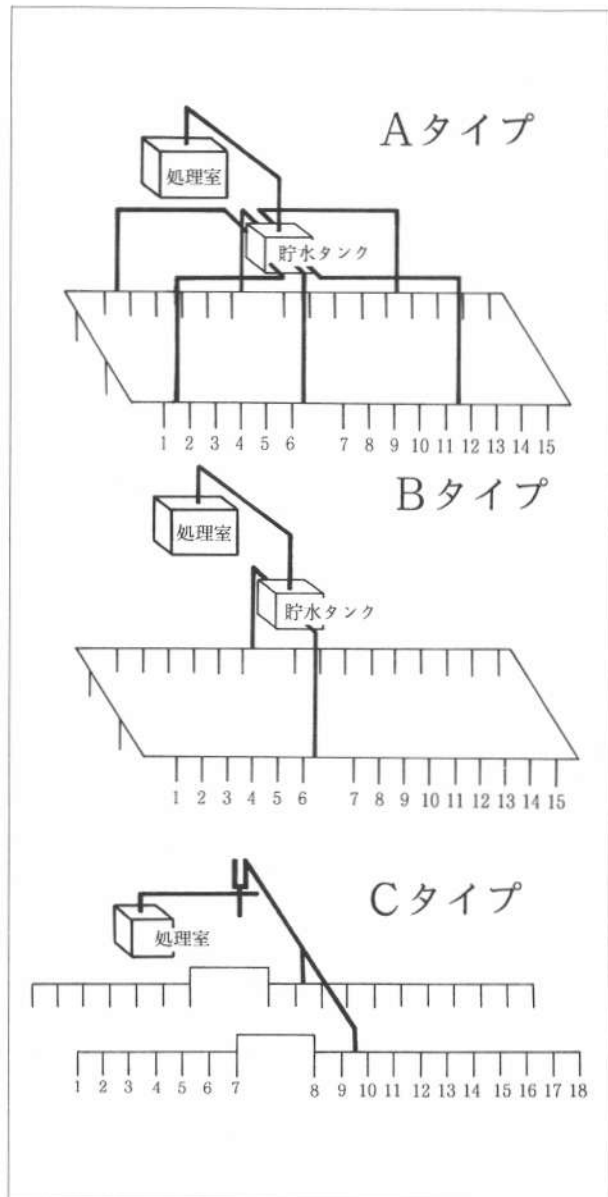


図3 配管事例

配管の方法や貯水タンクの有無により吐水量の低下が違っていました。

Cタイプは貯水タンクがなく水道直結型です。このタイプでは台数の増加に伴い吐水量が急激に低下しています。3台を同時に使用した時に、吐水量が半減しています。

BタイプはCタイプに貯水タンクを設置しそこから横配管を2本取ったもので、減少率は台数の増加とともに直線的に低下しています。吐水量が半減するのは12台同時に使用した時であり、タイプCに比べて吐水量の低下ははるかに少なくなっています。なお配管の径は、タイプCよりタイプA・Bが一回り太いものを使用しています。

Aタイプは、Bタイプの農場で貯水タンクから横配管を6本とったところさらに減少率は少なくなり、4台同時に使ってもほとんど減少していません。吐水量が半減するのは14台同時に使用した時で、横配管のバイパス（複線化）の効果が認められます。

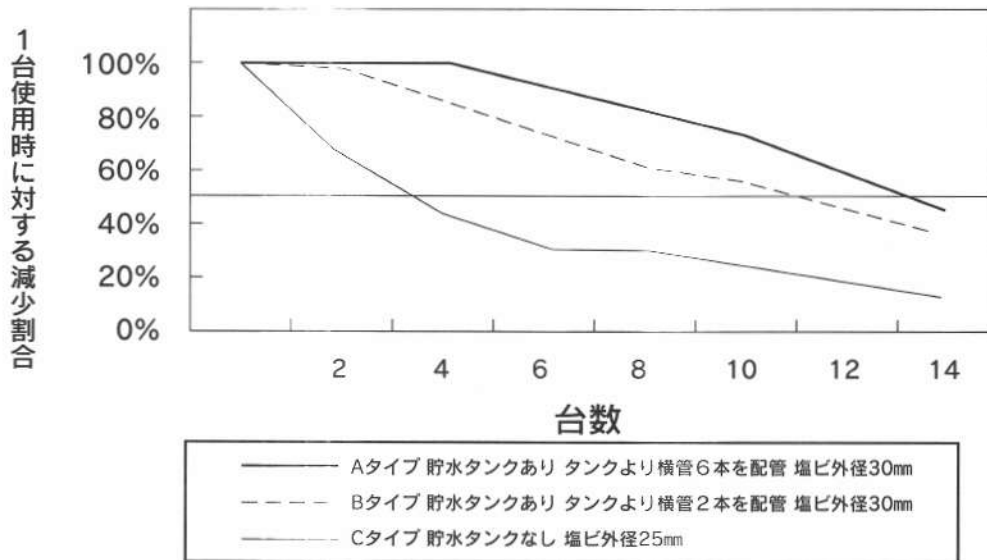


図4 台数の増加に伴う能力の低下割合

98年 南根室地区農業改良普及センター

また、20秒で4リットル以上出る割合は、表3のとおり貯水タンクがあり、さらに横配管のバイパス（複線化）がある方が高くなっています。

表3 20秒間で4リットル以上出るウォーターカップの場合

区分	同時に使用したウォーターカップの台数						
	2台	4台	6台	8台	10台	12台	14台
Aタイプ	100%	100%	100%	100%	90%	33%	14%
Bタイプ	100%	100%	83%	38%	10%	0%	0%
Cタイプ	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

AタイプとBタイプは同じ農場

98年 南根室地区農業改良普及センター

(3) 複数使用した時、位置によって吐水量がどう違うのか

ウォーターカップを複数同時に使用した時、位置によって吐水量がどう違うのか前述の3タイプについて検討してみました。

結果

主配管から遠い位置のウォーターカップほど吐水量は減少するが、貯水タンクの利用やループ配管、個々の整備状態によって出方が変わっている。

ウォーターカップを複数同時に使用すると、主配管から遠いものほど吐水量は減少しています（図5のBタイプとCタイプ）。特に水道管から直結したCタイプでは、主配管から少しはなれたウォーターカップで急激な吐水量の減少がみられます。バイパス化したAタイプでは、ループ配管の効果もみられ端の方がむしろ増加する現象がみられました。

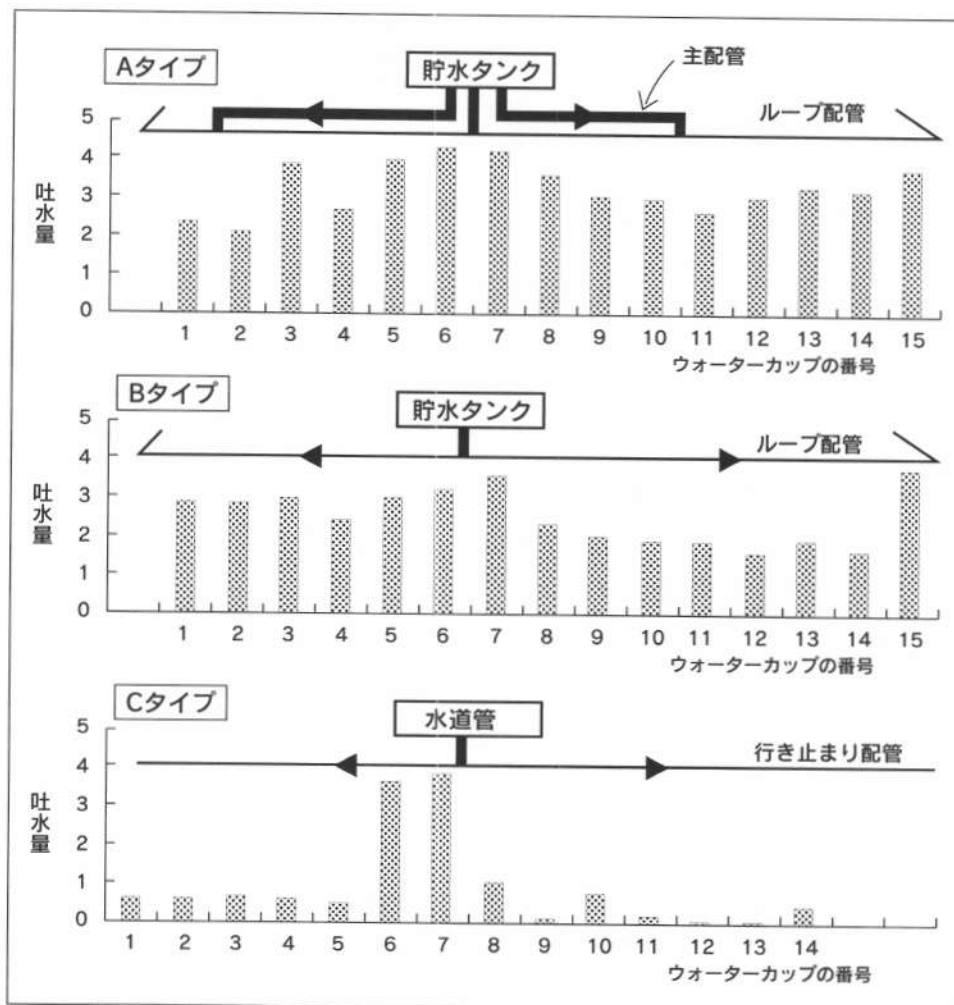


図5 複数同時に使用した時の吐水量

98年 南根室地区農業改良普及センター

ウォーターカップは、常に複数で使用されています。この時に必要な量を牛に与えるためには、ウォーターカップの付け根の配管までに、十分な水量を用意しておく必要があります。途中で他のウォーターカップに横取りされる量を極力抑えるような施設（例えばAタイプ）への改善が必要です。

(4) 個々のウォーターカップに吐水量の差があるのか

同じ農家に設置されているウォーターカップの吐水量に差があるかどうか調査してみました。

結果

- ・同一の機種でも吐水量に差がみられた
- ・機種によって、かなり少ない吐水量のものがみられた

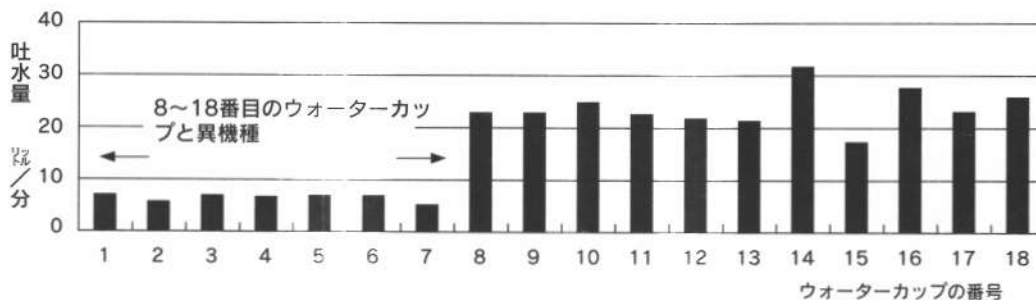


図6 ウォーターカップの吐水量の違い

98年 南根室地区農業改良普及センター

図6に調査農家のウォーターカップごとの吐水量を示しました。ウォーターカップ番号が1～7番までは、8番以降と違ったタイプのもので、吐水量の個々の差は少ないものの、1分間当りの吐水量は8番目以降のものに比べおよそ30%程度しかありません。

8番目～18番までのウォーターカップは、吐水量は十分です。しかし、同一の機種であるにも関わらず1台ごとの差が大きくなっています。古くなるにつれて、磨耗や汚れによって吐水量が低下していることが見受けられました。

(5) 牛は水をどの程度飲んでいるのか

以上の調査から、ウォーターカップが牛の飲水量を制限していることがわかりました。そこで流量計を設置しウォーターカップと連続水槽での飲水量を調査しました。

結果

- ・ウォーターカップでの飲水量は平均60リットルであり、農家間の差は小さかった
- ・連続水槽では77リットルでウォーターカップより多く、農家間の差が大きかった

表4 牛舎での飲水量調査

98年 南根室地区農業改良普及センター

調査農家	飲水量リットル/日/頭			調査月の管理気量	調査期間日	貯水タンク	横配管		平均気温	最低気温	飲水方法	管理方法
	最高	最低	平均				材質	外径mm				
A	57.0	35.7	51.4	24.9	5/6～5/14	有	塩ビ	30	7.2	1.2	ウォーターカップ	昼夜舎飼
B	58.3	46.3	55.2	24.9	5/6～5/14	有	塩ビ	30	7.2	1.2	ウォーターカップ	昼夜舎飼
C	66.9	50.6	59.7	19.0	5/14～5/25	有	塩ビ	25	10.2	4.4	ウォーターカップ	昼夜舎飼
D	69.3	60.6	64.2	31.3	10/12～10/19	有	塩ビ	30	13.2	8.5	ウォーターカップ バイパス配管	昼夜舎飼
E	95.6	59.3	68.3	18.9	9/18～10/3	無	塩ビ	25	14.5	12.2	ウォーターカップ	パドック利用
F	109.9	100.3	107.2	31.3	6/1～6/30	-	-	-	10.9	6.8	連続水槽	昼夜舎飼
G	59.0	49.3	53.6	28.4	11/18～12/4	-	-	-	-3.4	-8.5	連続水槽	昼夜舎飼
H	61.6	50.8	55.5	28.4	11/18～12/4	-	-	-	-3.4	-8.5	連続水槽	昼夜舎飼
I	108.8	86.1	93.5	32.2	11/25～11/30	-	-	-	-1.3	-5.4	連続水槽	昼夜舎飼

①ウォーターカップでは、51～68ℓの飲水量で差はあまり見られませんでした。しかし、前述した乳牛の飲水量の計算式からみると、乳量25kgでは87リットルを必要としており、不足しています。調査したウォーターカップには吐水量の少ないタイプ（前項の図1～7番）は含まれていません。

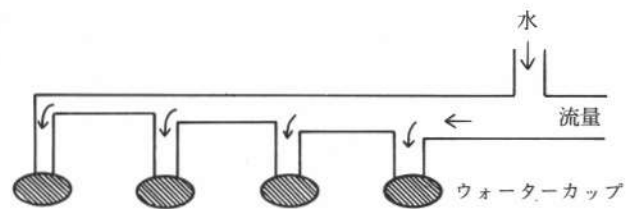
②連続水槽では54～107ℓで差が大きく、多量の飲水をしている事例がありました。

③飲水量は、採食量が増えるとともに増加します。この時、水が十分に飲めない状況になると、採食量を抑制する大きな要因となります。調査結果から、ウォーターカップでの飲水量が採食量の抑制要因になりえる可能性を示しています。

(6) 給水施設のどこに問題があるのか

以上のことから、現状のウォーターカップでの給水方法では、十分な飲水ができない農場が多くある事がわかりました。これらの原因について整理すると次のようになります。

ア 複数のウォーターカップの使用により、吐水量が減少する



← 遠くなるにしたがい吐水量が減少する

主配管から遠いウォーターカップは、途中数頭が飲水することにより、吐水量が大きく減少しています。

この減少が特に著しいのは、次の牧場です。

- ①貯水タンクがない
- ②配管が環状になっていない
- ③主配管から最も遠いウォーターカップまでの間に多く設置されている
- ④横配管の径が細い

さらに、牧場と給水場の位置関係により、搾乳やミルクの洗浄時など水を同時に利用している場合は、水の出が極端に低下することもあります。

イ ウォーターカップの管理上の問題点

ウォーターカップの機種によって吐水量に差が見られますが、日頃の管理にも注意が必要です。一般に次の点に問題があります。

- ①故障……ボタンの消耗、へらの磨耗、カップの傾き、亀裂
- ②管理の問題……飼料の付着による容量減少、ボタンの作用不十分、腐敗と悪臭、サビ

3. 水の改善方法

(1) 改善に向けたチェックポイント

牛が飲みたいときに、飲みたい量をあげましょう。

給水量が少ないと？

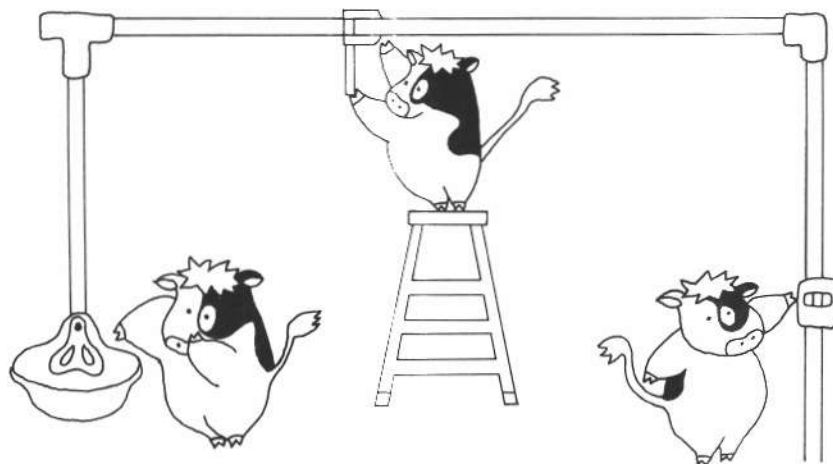
- 乾物摂取量が低下します。
- 乳量が上がりません。



給水施設のチェック

Check

• 配管径は？



- 飲水量は？
- 貯水タンクの設置は？

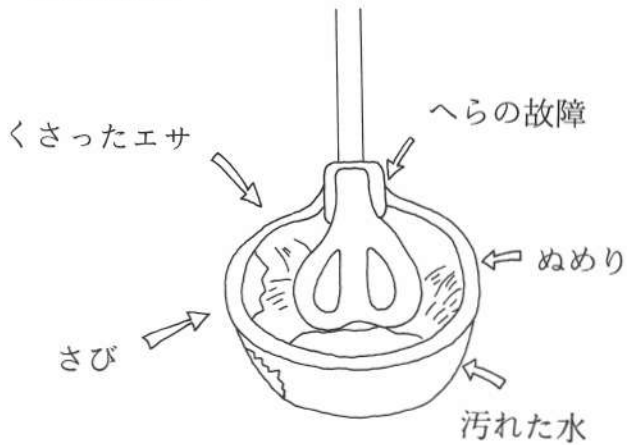
- ウォーターカップの状態は？
- 吐水量は？

(2) 改善の提案例

ウォーターカップは清潔にしましょう。

ウォーターカップの状態は飲水量に大きな影響を与えます。

Check !



ポイント

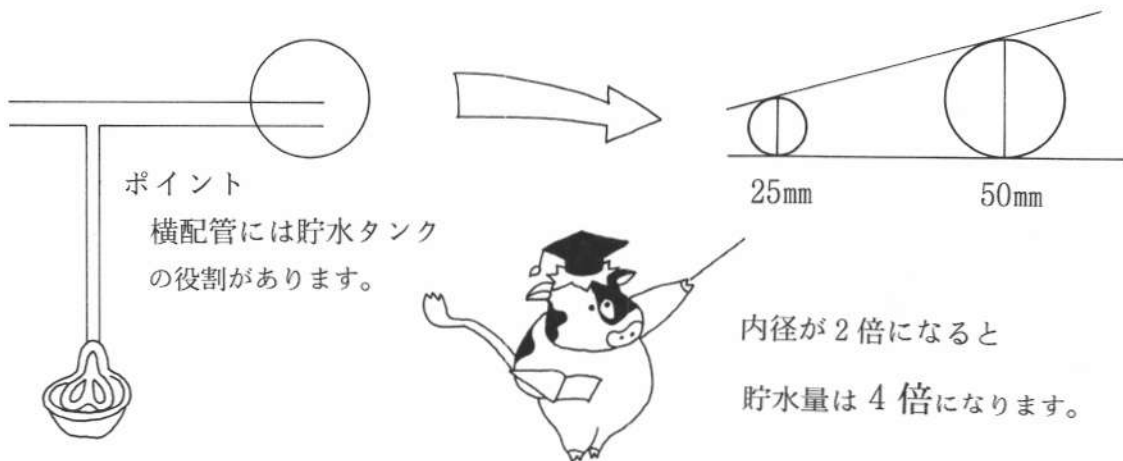
- ・吐水量を十分に確保しましょう
- ・ウォーターカップは正しい位置に設置しましょう

配管の改善

配管の改善事例

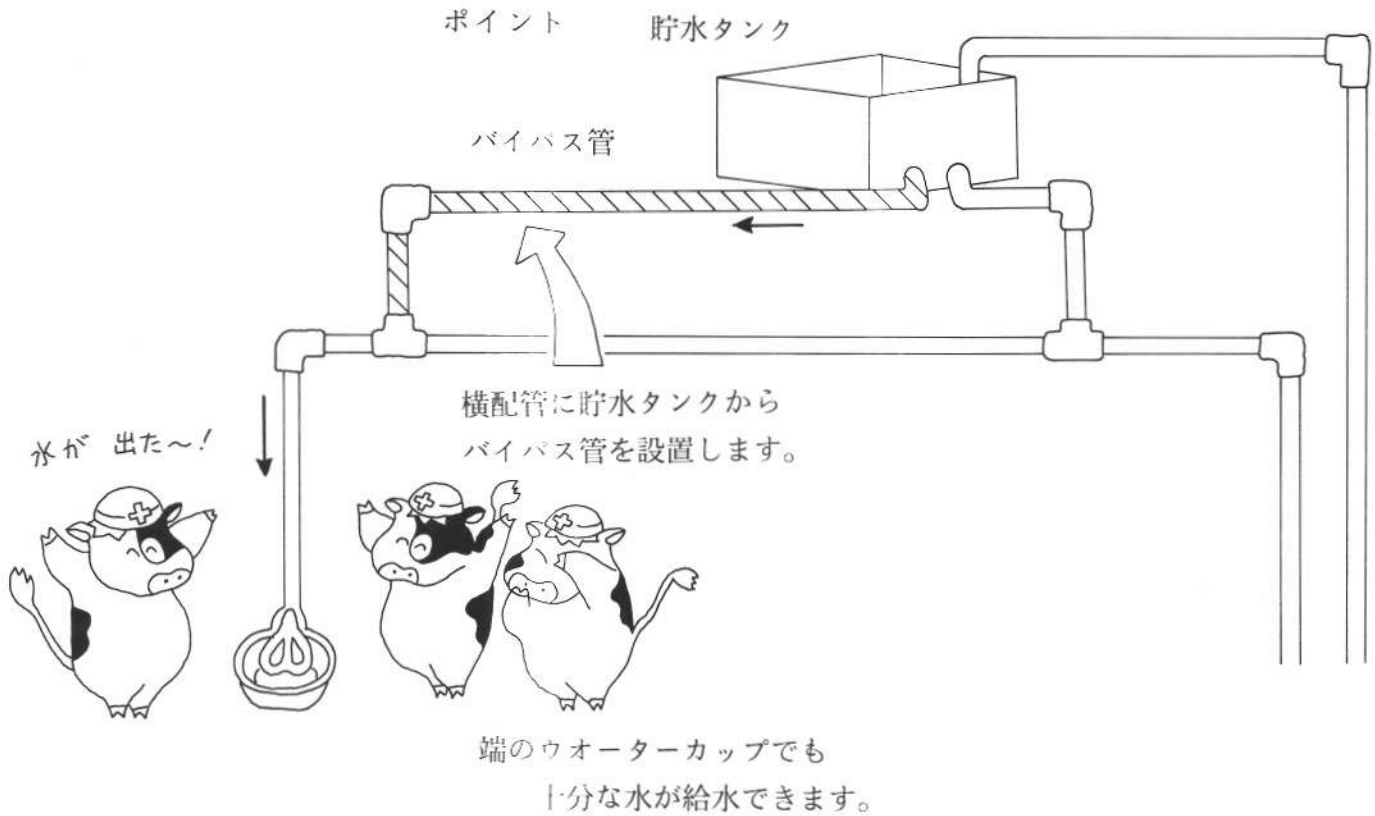
給水量を確保する

パイプの管径を太くする…… 〈給水量を増やす〉

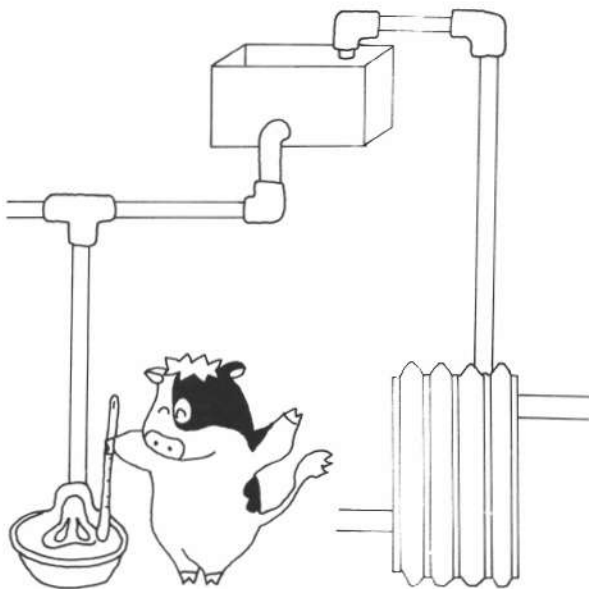


バイパス管・貯水槽の設置

ポイント…… 〈全頭へ均等に給水する〉



飲水量を増やす工夫



冷水よりぬるめの方が好ましい

冷水に比べ、ぬるめの水の方が飲水量が増えるようです。

プレートクーラーのぬるま湯を飲水として有効利用している事例もあります。

連続水槽

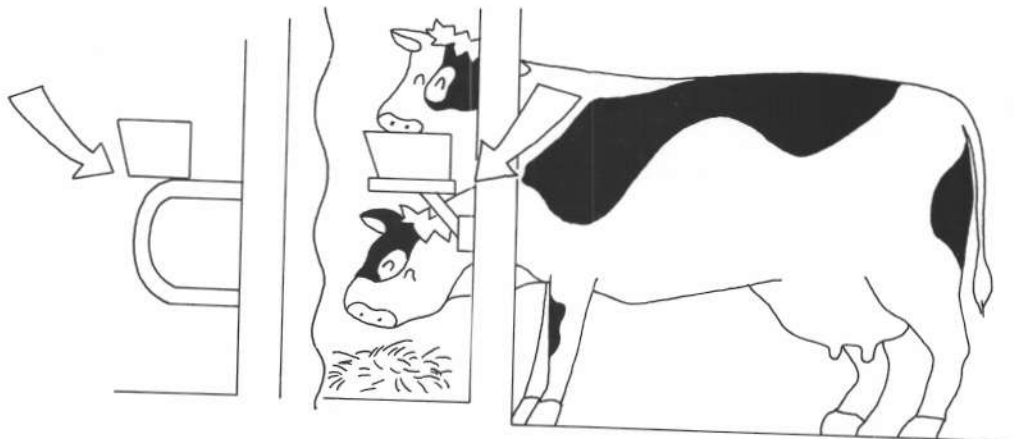


写真2 連続水槽の設置事例

図解

ア 設置方法

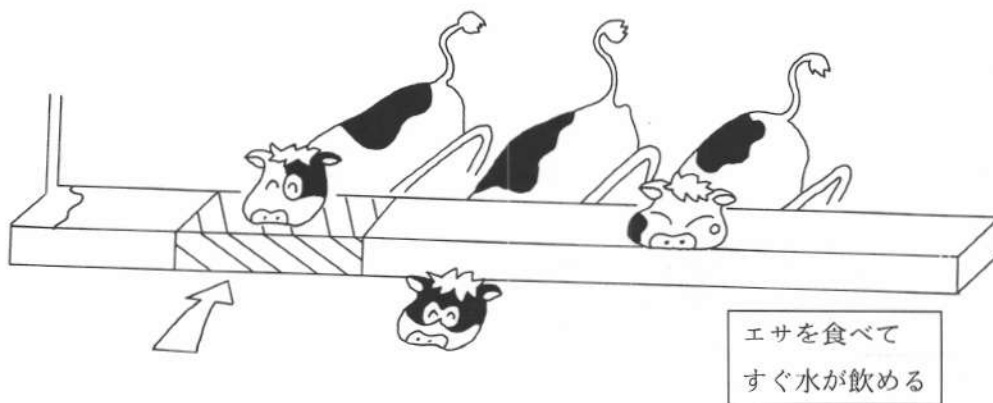
- ① パーティションに溶接
- ② 支柱に支えを取り付ける



イ 利点

十分な給水量の確保

清掃のしやすさ



1頭当たりの飲水できる量が
きちんと確保されています

4. 水の改善事例

給水施設の改善を行った農場では、改善直後から生産性を向上させています。改善方法と経費、効果について事例を紹介します。

(1) ウォーターカップにおける配管の改善

ア 改善の動機

給水配管は水道から直接横配管に接続させていた。ループ条に配管していたが、それでも数頭の牛が同時に飲水を始めると水の出が悪くなり、特に奥のウォーターカップが少なかった。どの牛にもたっぷり水を飲ませたかった。

イ 改善方法

貯水タンク（1000ℓ）を天井に設置し、そこから横配管を片側3本づつを取り付けて図7のように両端までバイパスさせた。

ウ 改善費用

貯水タンクと塩ビ管を合わせて30万円

エ 改善効果

両端のウォーターカップの水の出が良くなり、乳量も増加した。

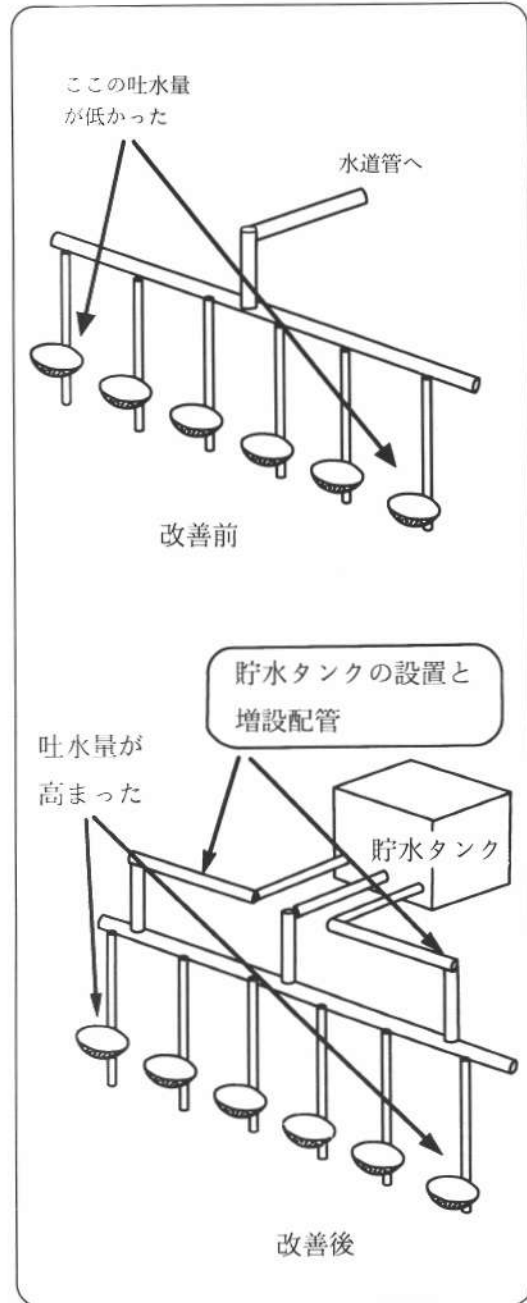


図7 配管の改善事例

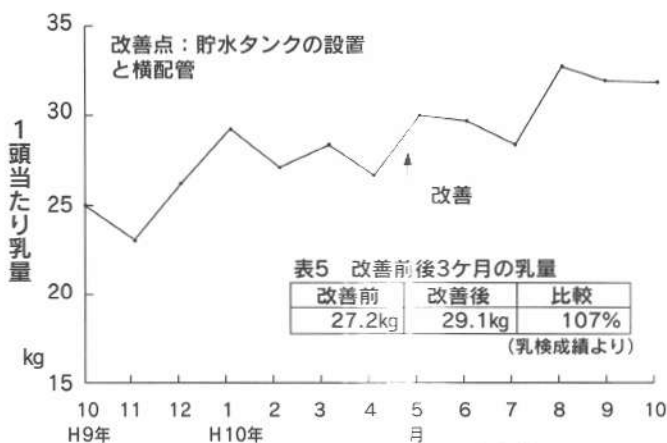


図8 ウォーターカップの改善効果

(2) 連続水槽への改善例

①改善の動機

- ・ウォーターカップが古くなり交換の時期になった
- ・牛の食込量に不満があった
- ・ウォーターカップでの給水量が少ない

②導入時の不安

- ・水槽があると、給餌作業の邪魔になると思った。そこで設置農家を視察してみても導入に踏み切った
- 給餌作業には問題はない
- ・飼槽を濡らすことが心配であったが、問題はなかった

③改善コスト

品名	形状・数量	金額
水槽	一式	720,000
フロート	6個	12,000
フロートカバ	6個	27,000
水槽止め金具	SUS 33個	49,500
水道配管	一式	22,000

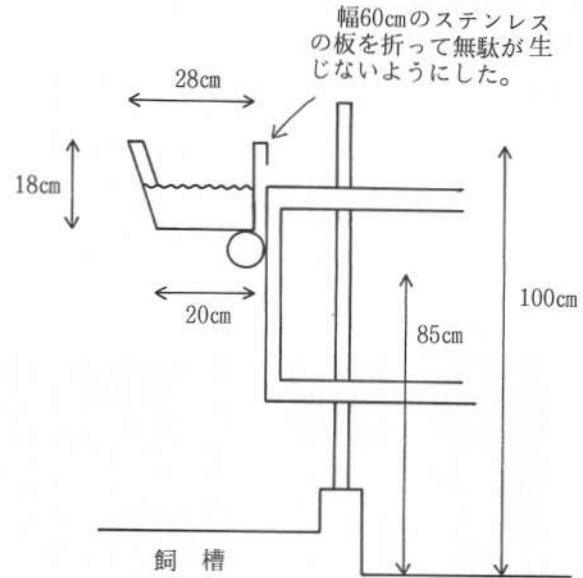


図9 連続水槽の事例

品名	形状・数量	金額
ネックバー	32A 14個	35,000
サイドパーティション	62個	372,000
合計		1,207,500円
		(サイドパーティションを除くと 835,000円)
60頭係留牛舎の事例です		

④改善効果

- ・設置直後から牛の飲水量が増加し乳量が大きく増加した。改善前後の3ヶ月を比較すると、乳検の管理乳量で20%も増加した
- ・水槽は、飼料などで汚れるが手製のネットで簡単に取り除くことができる
- ・給餌の作業には、問題がない
- ・水槽の設置する位置が難しかった。微調整できるようにすると良い

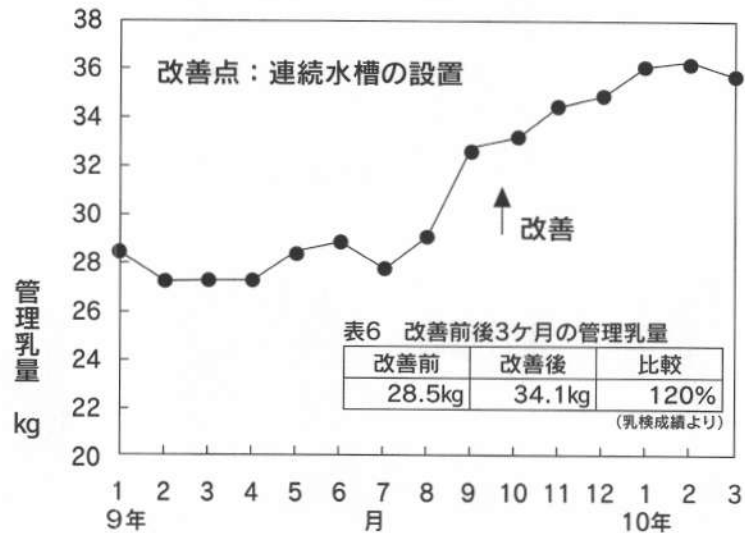


図10 連続水槽への改善効果

(3) 連続水槽で快適お掃除！

牛の快適性を目指した牛舎は、人間にとっても快適なものでありたいですね。

最近、南根室管内ではウォーターカップから連続水槽に改造する農場が増えています。

つい後回しになりがちな給水施設の清掃作業について、ウォーターカップと連続水槽で働く人の労働の違いを比較してみました。

①形状と清掃作業の比較



写真3 ウォーターカップの場合

- 取り付け部分や細部にゴミが付着しやすい
- たわし、ズックブラシ
ドライバーなどを
使い分けて
洗浄する

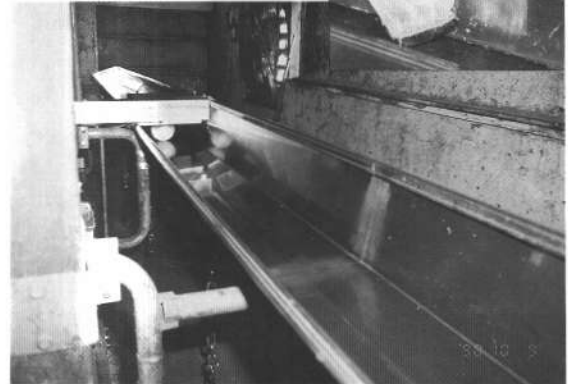
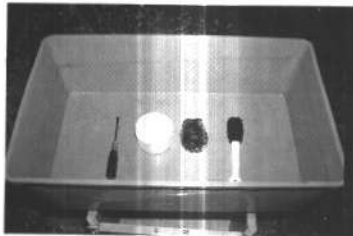


写真4 連続水槽の場合

- 細部がほとんどない、単純平面構造
- 作業は、主に「網でゴミをすくったり」
「雑巾で拭く」ことで細かい作業はな
く簡単にできる



②作業姿勢の比較



写真5 ウォーターカップの場合

- 中腰姿勢での作業になる
→腰に負担がかかる



写真6 連続水槽の場合

- 立位に近い状態で作業ができる
→腰への負担が少ない

③作業時間の比較

	* 単位当たり洗浄時間	1 頭当たり	60頭当たり
ウォーターカップ	1 台当たり約 5 分	約 2 分30秒	2 時間30分
連続水槽	1 連当たり約10分	約 1 分	1 時間

* ウォーターカップ1個及び連続水槽1連（10頭前後）の洗い始めから終わりまでの時間
水浸しになった飼槽清掃や移動時間は含んでいません



※ウォーターカップの場合、「清掃時飼槽が水浸しになるため飼槽清掃が必要」なこと等を考慮すると、ウォーターカップと連続水槽の清掃時間の差は更に大きくなることが考えられます。

④作業効率・疲労度の比較

ウォーター カップ	<ul style="list-style-type: none"> 細かい作業が多い 中腰姿勢である 飼槽が水浸しになるので飼槽清掃が必要 	作業効率が上がらない 疲労度が高い
連続水槽	<ul style="list-style-type: none"> 1連（10頭前後）分一気に洗える 細かい作業がほとんどない 楽な姿勢で作業ができる 	作業効率が上がる 疲労度は低い

⑤現場の声

【ウォーターカップ使用者】

大変な作業なので、年数回しか洗浄しないわ。衛生的に良くない事は分かっているんだけどね。

ウォーターカップを洗った日は疲れて何もしたくなくなるくらいよ。



【連続水槽使用者】

水の汚れがすぐ分かるので時々10日位あいちゃう事もあるけど、3日に1度位は洗うように心がけてます。

ウォーターカップの時はめったに洗わなかったから仕事が増えた気にもなるけど、牛のためには当然のお仕事なのよね。これなら掃除する気が起るわ。



⑥お母さんに聞いた素朴なQ&A

Q：飼槽の上に連続水槽があると給餌や清掃作業の邪魔になりませんか？

A：全然気になりません。残飼が減って掃除が楽になったかも？

Q：連続水槽は飼槽をベチャベチャにしてしまうのではないのでしょうか？

A：思ったよりも濡らしません。1頭だけ遊びますがウォーターカップの時もそうでした。

