

품질공학수법과 류체흐름해석체계를 결합한 양어못물흐름최량화에 대한 연구

신명국, 김명진

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《인민군군인들과 인민들에게 더 많은 물고기를 먹일수 있는 가장 빠른 길은 양어를 과학화, 집약화하여 공업적방법으로 물고기를 생산하는것입니다.》(《김정일선집》 증보판 제20권 173페이지)

우리는 양어못에서의 물흐름을 합리적으로 조절하여 양어의 집약화를 실현하기 위한 연구를 하였다.

양어못에 물을 넣을 때 물이 흐르지 않는 구역들이 생기며 이런 구역들은 수질이 나쁜것으로 하여 메기의 생육에 불리하다. 따라서 이런 구역들때문에 양어못의 리용공간이 줄어들어 정보당 메기생산량이 떨어지게 된다.

선행연구[3-5]에서는 주로 양어못의 용존산소함량을 비롯하여 물고기의 합리적인 생육조건과 관련한 문제들이 논의되었으나 양어의 집약화문제해결에서 못의 물흐름정지구역을 밝혀내고 가장 좋은 물흐름조건을 찾기 위한 문제는 논의하지 못하였다.

우리는 품질공학수법[1]과 류체흐름해석체계(ANSYS Fluent)[2]를 결합하여 양어못의 물흐름선모의를 진행하고 물흐름정지구역을 최소화함으로써 같은 물량을 가지고도 양어못에서 용존산소의 분포를 고르게 하고 양어의 집약도를 높일수 있는 새로운 방법을 연구하였다.

1. 문 제 설 정

물높이, 측면거리, 물관길이, 물량, 주수구 1, 2에서의 물의 속도를 변화시킬수 있는 인자로 보고 컴퓨터모의실험을 진행한데 의하면 인자의 변화에 따라 양어못에서의 물흐름이 달라진다.(그림)

그리하여 논문에서는 물관의 길이와 측면거리가 이미 정해졌다고 보고 양어못의 물높이, 초당 양어못에 들어오는 물량, 주수구 1, 2에서 나오는 물의 속도비를 인자로 설정하였다.

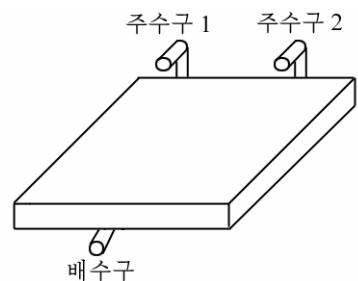


그림. 양어못의 구조

양어에서 집약화를 실현하려면 양어못에서의 물흐름을 좋게 하여 메기의 생육에 유리한 환경을 조성하여야 한다. 그러자면 물흐름에 영향을 줄수 있는 인자를 변화시키면서 양어의 집약화를 위한 좋은 생육조건을 과학적으로 밝혀내는것이 중요한 문제로 나선다.

양어의 집약화를 위한 메기의 생육에 유리한 물흐름이라고 할 때 물흐름정지구역을 적게 하여 같은 물량을 가지고도 새로 들어오는 물에 의한 산소의 고루분포를 실현하고 이미 있던 물에 새로 들어온 물의 섞임률을 높여 양어못의 물갈이를 더 잘 보장하는것이다. 그리하여 이 문제를 양어못의 물흐름정지구역을 목적량으로 하고 양어못의 물높이, 초당 양어못에 들어오는 물량, 주수구 1, 2로 들어오는 물의 속도비를 인자로 하는 품질공학문제로 설정하였다.

2. 양어못물흐름최량화

매 인자들의 수준은 표 1과 같다.

표 1. 인자들의 수준				
인자변수	인자	1수준	2수준	3수준
X_1	물높이/m	0.8	1.2	1.5
X_2	물량/(kg·s ⁻¹)	2.5	3.0	3.5
X_3	주수구속도	0: X_2	$X_2/4$: $3X_2/4$	$X_2/2$: $X_2/2$

실례로 못에 들어오는 물량을 3kg/s라고 하면 다음과 같다.

주수구 1속도:주수구 2속도=0:3 (1수준)

주수구 1속도:주수구 2속도=0.75:2.25 (2수준)

주수구 1속도:주수구 2속도=1.5:1.5 (3수준)

인자의 수가 3개이고 인자들사이의 얹힘은 없다고 하자.

이때 3수준인자가 3개인 경우 표 2와 같은 $L_9(3^4)$ 형직교표를 리용할수 있다.

우의 표에 따라서 ANSYS Fluent에 의한 컴퓨터모의실험을 진행하였다.

매 실험점에서 흐름속도가 10⁻¹⁵m/s 이하인 물흐름정지구역을 각각 3번씩 측정하고 SN비를 계산한 결과는 표 3과 같다.

표 2. $L_9(3^4)$ 형직교표

No.	X_1	X_2	X_3
1	1	1	2
2	1	2	3
3	1	3	1
4	2	1	3
5	2	2	1
6	2	3	2
7	3	1	1
8	3	2	2
9	3	3	3

표 3. SN비를 계산한 결과

No.	X_1 /m	X_2 /(kg·s ⁻¹)	주수구에서의 속도		정지구역 /m ³	정체률	SN비
			주수구 1	주수구 2			
1	0.8	2.5	0.60	1.90	33.06	0.122	8.3
2	0.8	3.0	1.50	1.50	31.09	0.120	8.3
3	0.8	3.5	0.00	3.50	9.63	0.040	25.0
4	1.2	2.5	1.25	1.25	88.02	0.230	4.3
5	1.2	3.0	0.00	3.00	18.28	0.050	20.4
6	1.2	3.5	0.90	2.60	20.79	0.054	18.5
7	1.5	2.5	0.00	2.50	49.03	0.104	9.6
8	1.5	3.0	0.75	2.25	42.45	0.090	11.1
9	1.5	3.5	1.75	1.75	39.21	0.080	12.5

우의 자료에 기초하여 보조표를 작성하면 표 4와 같다.

표 4. 보조표

인자	1수준	2수준	3수준
X_1	41.6	43.2	33.2
X_2	22.2	39.8	56.0
X_3	55.0	37.9	25.1

보조표를 통하여 얹힘이 없는 경우에 최적조건은 $X_1=1.2$, $X_2=3.5$, $X_3=0:3.5$ 로 볼수 있다.

체적이 240m^3 인 양어못에서 컴퓨터모의실험을 진행하여 물흐름정지구역을 측정한 결과는 표 5와 같다.

실험결과를 통하여 알수 있는바와 같이 최적 조건을 물관리에 적용한다면 양어못 1개당 대략 22m^3 의 정지구역을 줄일수 있으며 이것은 같은 물량을 가지고도 기르기공간을 더 얻어 물고기생산량을 늘일수 있는 가능성을 주는것으로 해석할수 있다.

표 5. 물흐름정지구역

상태	종전상태	최적상태
흐름정지구역	31.00m^3	8.74m^3

참 고 문 헌

- [1] 김철호 등; 품질공학, 고등교육도서출판사, 45~78, 주체100(2011).
- [2] 전철진 등; FLUENT와 사용자정의함수, 김책공업종합대학출판사, 5~23, 주체98(2009).
- [3] C. F. John et al.; Aquacult. Eng., 64, 68, 2015.
- [4] E. B. Claude; Aquacult. Eng., 18, 9, 1998.
- [5] S. Sahdev et al.; Aquacult. Eng., 20, 75, 1999.

주체106(2017)년 3월 5일 원고접수

On Optimizing the Flow of Water in Fish Pond by Quality Engineering and ANSYS Fluent

Sin Myong Guk, Kim Myong Jin

We simulated the flow of water in rectangle ponds by ANSYS Fluent program and computed the positions and sizes of the dead water zones where the water is stagnant. And we got the optimum conditions for minimizing the dead water zone by quality engineering.

Key words: quality engineering, ANSYS Fluent, fish pond, dead water zone